



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA QUÍMICA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS DOS EN UNO – ARCOR S.A.

**Profesor Patrocinante:**

Eduardo Castro Montero  
Depto. de Ciencia de los Alimentos  
y Tecnología Química  
Universidad de Chile

**Directores de Memoria:**

Eduardo Castro Montero  
Depto. de Ciencia de los Alimentos  
y Tecnología Química  
Universidad de Chile

Francisca Moncayo Alcarruz  
Ingeniero de Procesos Golosinas  
Industria de Alimentos Dos en Uno S.A.

**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO  
PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE  
PROCESOS Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN LA FABRICACIÓN DE  
GOMA DE MASCAR EN UNA INDUSTRIA NACIONAL”**

Memoria para optar al título Profesional de Ingeniera en Alimentos

**NATALIA LEANDRA MANSILLA DEL VALLE**

**Santiago de Chile, Marzo de 2011**

MEMORIA DE CIRCULACIÓN RESTRINGIDA

DESDE MARZO DE 2011 HASTA MARZO DE 2013

*“Lo poco que he aprendido carece de valor,  
comparado con lo que ignoro  
y no desespero en aprender”.*

*“Cogito, ergo sum”.*

René Descartes (1596 – 1650)

Filósofo y matemático francés.

*Dedicado a mis padres y a Fabián.*

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceras muestras de gratitud a todas las personas involucradas en este trabajo desde el ámbito profesional y emocional. Comienzo por agradecer a Industria de Alimentos Arcor - Dos en Uno por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo en la empresa y propiciar el vasto crecimiento profesional que experimenté desde la puesta en práctica e incorporación de nuevos conocimientos al contacto cotidiano con cada una de las personas de esta empresa.

Sin duda, también expreso un gran sentimiento de reconocimiento mis directores de memoria, Francisca Moncayo y Eduardo Castro, por compartir sus conocimientos y además a mi comisión de evaluación, José Romero y María Angélica Larraín, por su gran disposición.

Por lo demás, se hace relevante mencionar a mis amigos de la Universidad con quienes compartí innumerables momentos y fueron de gran apoyo durante la carrera.

En este camino también fue fundamental el apoyo de toda mi familia. Gratifico con mucho cariño a mi hermano, Giovanni Mansilla por su alegría y compañerismo, y en especial agradezco a mis padres, Giovanni Mansilla y María Cecilia del Valle, por ser un ejemplo de esfuerzo, entrega y nobleza que en todo momento manifiestan sentimientos de amor, apoyo y contención en la adversidad y siempre serán un referente para mi vida. Para finalizar, quiero agradecer a mi novio Fabián Salazar al cual admiro profundamente, siempre y principalmente durante el desarrollo de este trabajo, me ha entregado su amor incondicional, comprensión y confianza, además de la invitación a soñar y formar un proyecto de vida en conjunto.

## INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. TPM: Mantenimiento Productivo Total	2
1.1.1. Visión general del TPM en las industrias de proceso	2
1.1.2. Origen y desarrollo del TPM	3
1.2. Empresa donde se realizó el estudio: Industria de Alimentos Dos en Uno S.A.	4
1.3. Implementación del TPM	5
1.3.1. Pilares del TPM	7
1.3.2. Implantación del mantenimiento autónomo paso a paso	9
1.4. Paso 5	11
1.5. Producto en estudio: goma de mascar/chicle	12
1.5.1. Materias Primas	12

1.5.2.	Tecnología de procesamiento	13
1.6.	Estudios de capacidad de procesos	17
1.7.	Indicadores	21
II.	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	23
2.1.	Hipótesis	23
2.2.	Objetivos	23
2.2.1.	Objetivo general	23
2.2.2.	Objetivos específicos	23
III.	METODOLOGÍA	25
3.1.	Implementación de <i>paso 5</i>	25
3.2.	Análisis estadístico - Inspección de proceso	27
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	28
4.1.	Línea 1: Chicle masticable sin azúcar	30
4.1.1.	Implementación de <i>paso 5</i>	30
4.1.2.	Validación de la implementación de <i>paso 5</i>	46
4.1.3.	Auditoría de <i>paso 5</i>	49
4.2.	Línea 2: Chicle hinchable con azúcar	50
4.2.1.	Implementación de <i>paso 5</i>	50
4.2.2.	Validación de la implementación de <i>paso 5</i>	65
4.2.3.	Auditoría de <i>paso 5</i>	69
V.	CONCLUSIONES	71



## INDICE DE TABLAS

<u>Tabla 1:</u>	Resumen de índices de capacidad de proceso	19
<u>Tabla 2:</u>	Defectos de calidad de la línea 1, chicle sin azúcar para el año 2009	35
<u>Tabla 3:</u>	Resumen inspección inicial de parámetros línea 1	39
<u>Tabla 4:</u>	Resumen inspección final de parámetros de mezcladores para la línea 1	40
<u>Tabla 5:</u>	Resumen inspección final de parámetros de la línea 1	40
<u>Tabla 6:</u>	Pruebas industriales línea 1, chicle sin azúcar	41
<u>Tabla 7:</u>	Inspección final, pruebas industriales y límites propuestos para cada variable	44
<u>Tabla 8:</u>	Comparación de estándares de proceso antes de la implementación y los generados por <i>paso 5</i>	45
<u>Tabla 9:</u>	Defectos de calidad de la línea 1, chicle sin azúcar, para 2009-2010	49
<u>Tabla 10:</u>	Defectos de calidad de la línea 2, chicle con azúcar, para el año 2009	55
<u>Tabla 11:</u>	Resumen de la inspección inicial de parámetros de la línea 2	59
<u>Tabla 12:</u>	Resumen inspección final de parámetros de mezcladores línea 2	60
<u>Tabla 13:</u>	Resumen inspección final de parámetros de línea 2	60
<u>Tabla 14:</u>	Pruebas industriales línea 2, chicle con azúcar	61
<u>Tabla 15:</u>	Inspección final, pruebas industriales y límites propuestos para cada variable	63
<u>Tabla 16:</u>	Comparación de estándares de proceso antes de la implementación y los generados por <i>paso 5</i>	64
<u>Tabla 17:</u>	Defectos de calidad de la línea 2, chicle con azúcar para 2009-2010	68

## INDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1:</u>	Diagrama de control de proceso.	20
<u>Figura 2:</u>	Diagrama de producción de chicle sin azúcar	30
<u>Figura 3:</u>	Diagrama de bloques de chicle sin azúcar	31
<u>Figura 4:</u>	Cantidad de productos no conformes correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, del año 2009	32
<u>Figura 5:</u>	Cantidad de fallos de proceso (detenciones) por departamento correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, del año 2009	33
<u>Figura 6:</u>	Cantidad de fallos asignados al departamento de calidad correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, del año 2009	33
<u>Figura 7:</u>	Gráfico de reclamos de clientes correspondientes al área de chicles en el año 2009	34
<u>Figura 8:</u>	Relación de los fallos con las etapas del proceso	36
<u>Figura 9:</u>	Reducción en la cantidad de productos no conformes correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, entre el año 2009 y 2010	47
<u>Figura 10:</u>	Reducción en la cantidad total de fallos de proceso (detenciones) por departamento correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, entre los años 2009 - 2010	47
<u>Figura 11:</u>	Reducción en la cantidad total de fallos de proceso del departamento de calidad correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, entre los años 2009 - 2010	48
<u>Figura 12:</u>	Reducción en la cantidad de fallos por variación de medida asociados al departamento de calidad correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, entre los años 2009 - 2010	48
<u>Figura 13:</u>	Diagrama de producción de chicle con azúcar	50
<u>Figura 14:</u>	Diagrama de bloques de chicle con azúcar	51

<u>Figura 15:</u>	Cantidad de productos no conformes correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar, del año 2009	52
<u>Figura 16:</u>	Cantidad de fallos de proceso por departamento correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar, del año 2009	53
<u>Figura 17:</u>	Cantidad de fallos asignadas al departamento calidad correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar, del año 2009	53
<u>Figura 18:</u>	Gráfico de reclamos de clientes correspondientes al área de chicles en el año 2009	55
<u>Figura 19:</u>	Relación de los fallos con las etapas del proceso para chicle con azúcar, línea 2	56
<u>Figura 20:</u>	Reducción de la cantidad de productos no conformes correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar, entre el año 2009 y 2010	66
<u>Figura 21:</u>	Reducción en la cantidad total de fallos de proceso (detenciones) por departamento correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar, entre los años 2009 - 2010	66
<u>Figura 22:</u>	Reducción en la cantidad total de fallos de proceso del departamento de calidad correspondientes a la línea 2, chicle con azúcar, entre los años 2009 - 2010	67
<u>Figura 23:</u>	Reducción en la cantidad de fallos por variación de medida asociados al departamento de calidad correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar, entre los años 2009 - 2010	67

## INDICE DE ANEXOS

<u>Anexo 1:</u>	Ingredientes del chicle	73
<u>Anexo 2:</u>	Situación antes de la implementación de paso 5 (año 2009)	78
<u>Anexo 3:</u>	Análisis de modos y efectos de fallos (FMEA)	81
<u>Anexo 4:</u>	Inspección inicial del proceso línea 1, chicle sin azúcar	83
<u>Anexo 5:</u>	Inspección final del proceso línea 1, chicle sin azúcar	89
<u>Anexo 6:</u>	Medidas para controlar el proceso en la línea 1, chicle sin azúcar	97
<u>Anexo 7:</u>	Control visual para la línea 1, chicle sin azúcar	98
<u>Anexo 8:</u>	Auditoría de paso 5	99
<u>Anexo 9:</u>	Inspección inicial del proceso línea 2, chicle con azúcar	101
<u>Anexo 10:</u>	Inspección final del proceso línea 2, chicle con azúcar	107
<u>Anexo 11:</u>	Control visual para la línea 2, chicle con azúcar	113
<u>Anexo 12:</u>	Resultados de la implementación de paso 5 (año 2010)	114

## RESUMEN

Un sistema de mantenimiento que está dando resultados eficaces para el logro de un rápido proceso de optimización industrial es el TPM, Mantenimiento Productivo Total, que busca la mejora continua de la productividad industrial con la participación de todos los actores de una industria.

Este estudio consistió en implementar *paso 5* de TPM, etapa fundamentada en la inspección de los procesos con el propósito de lograr una estandarización y la disminución pérdidas en la fabricación de chicle en dos líneas de producción llamadas línea 1 chicle sin azúcar y línea 2 chicle con azúcar.

Para ambas líneas de producción de chicle, luego de la implementación de *paso 5* y la estandarización del proceso, se demostró que se logró reducir la cantidad de defectos de calidad como productos no conformes (línea 1: 57 % y línea 2: 82 %); disminuir las paradas de equipos por fallos de proceso, tales como el número total de fallos de proceso (línea 1: 54 % y línea 2: 2%), número de fallos de proceso del departamento calidad (línea 1: 68 % y línea 2: 45 %) y la variación de medida, principal causa de los fallos (línea 1: 13 % y línea 2: 27 %). También se redujo los impactos ambientales mediante el uso racional de recursos: el scrap disminuyó un 27 % en la línea 1 y un 13 % en la línea 2; reproceso disminuyó un 48 % en la línea 1 y un 100 % en la línea 2. Además se evitaron los accidentes laborales.

Finalmente se demostró que la metodología *paso 5* de TPM, centrada en la estandarización del proceso, repercutió en la reducción de las pérdidas de fabricación de chicle.

## ABSTRACT

### **Application of Total Productive Maintenance methodology (TPM) for process standardization and loss reduction of the chewing gum manufacture in a national industry.**

A maintenance system that is working for effective achievement of rapid industrial optimization process is the TPM, Total Productive Maintenance, which seeks the continuous improvement of industrial productivity with the participation of all actors in an industry.

This study was to implement TPM *step 5*, based on the inspection stage of the process in order to achieve standardization and reduced losses in the manufacture of gum in two production lines, called line 1 chewing gum sugar free and line 2 bubble gum with sugar.

For both gum production lines, after implementation of *step 5* and the process standardization, was shown to be able of reducing the amount of quality defects like non-conforming products (line 1: 57 % and line 2: 82 %); reduce equipment downtime by failures of process, such as the total number of process failures (line 1: 54 % and line 2: 2%), number of failures related to quality (line 1: 68 % and line 2: 45 %) and the variation of size, the main cause of failures (line 1: 13 % and line 2: 27 %). Also environmental impacts are reduced through the rational use of resources: scrap decreased in a 27 % in line 1 and a 13 % in line 2; rework decreased in a 48 % in line 1 and a 100 % in line 2. Moreover were avoided laboral accidents.

Finally it was shown that the methodology *step 5* of TPM, which is focused on standardizing the process, had an impact on reducing the loss of manufacturing chewing gum.

## I. INTRODUCCIÓN

La tendencia de la economía mundial, la globalización de los mercados y el movimiento de capitales aumenta cada año. Como consecuencia las organizaciones se enfrentan a un nuevo entorno de desarrollo y deben adoptar las estrategias más convenientes. El progreso industrial no se reduce sólo a la inversión en nuevas instalaciones de producción y a la transferencia de tecnología extranjera, sino que es prioritario utilizar eficazmente las instalaciones actuales, donde uno de los requisitos importantes es el establecimiento de un servicio sistemático y técnico de mantenimiento eficiente, seguro y económico de los equipos industriales (García, 1992b).

Un sistema aplicable de mantenimiento que está dando resultados eficaces para el logro de un rápido proceso de optimización industrial es el TPM (Mantenimiento Productivo Total), que busca el mejoramiento permanente de la productividad industrial con la participación de todos (García, 1992b).

El TPM mejora de forma dramática los resultados de las empresas y estimula la creación de lugares de trabajos seguros, gratos y productivos, optimizando las relaciones entre las personas y el equipo que emplean. Divisiones de corporaciones americanas tales como Dupont, Exxon, y Kodak han estado aplicando el TPM en sus procesos (Suzuki, 1992).

El proyecto de memoria consiste en trabajar en una de las etapas del TPM, fundamentalmente en la inspección de los procesos (*paso 5*) formando parte del pilar de mantenimiento autónomo para lograr la estandarización y la disminución de los defectos de calidad (productos no conformes, reproceso, decomiso, scrap), reclamos de clientes, evitar accidentes laborales, disminuir los impactos ambientales mediante el uso racional de recursos y evitar paradas de equipos por fallos de proceso u operativos en líneas de producción de chicle.

## **1.1. TPM: Mantenimiento Productivo Total**

### **1.1.1. Visión general del TPM en las industrias de proceso**

Las empresas industriales día a día han ido reconociendo el importante papel que desempeña el mantenimiento para sostener los niveles de producción. Además de la responsabilidad básica de garantizar el funcionamiento total y permanente de equipos e instalaciones, la gerencia de mantenimiento tiene como reto lograr la optimización de todas sus actividades aplicando los procedimientos y estrategias más convenientes (García, 1992b).

Se puede definir TPM como un enfoque administrativo gerencial de soporte al mantenimiento predictivo, con información de la producción, que se enfoca en la eliminación de las pérdidas asociadas con fallos (paradas), calidad y costos de los procesos industriales, para tener equipos de producción siempre listos. Este modelo japonés se define como participativo, donde la responsabilidad de la producción recae en toda la estructura de la empresa y pasa de la inspección a la prevención (Pinto, 2010).

La metodología del TPM es soportada por un buen número de técnicos en gestión, además establece las estrategias adecuadas para el aumento continuo de la productividad, con miras a lograr afrontar el éxito y competitividad, el proceso de internacionalización y apertura de la economía (García, 1992a).

### **1.1.2. Origen y desarrollo del TPM**

El TPM se desarrolló originalmente en las industrias de manufactura y ensamble, ahora se ha adoptado activamente en las industrias de proceso y hace aproximadamente tres décadas el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) empezó a promover el TPM (Suzuki, 1992).

Antes de los años 50, el mantenimiento era exclusivamente de averías. En los años 50 el desarrollo del mantenimiento preventivo estableció funciones de prevención de fallas, con tendencia hacia el mantenimiento productivo y mejora de mantenibilidad. Ya en los años 60 el auge fue para el mantenimiento proactivo, basado en la prevención y en la predicción de averías. Pero ya en los años 70 se desarrolló en Japón el Mantenimiento Productivo Total (TPM) basado en el respeto a las personas y la participación total de los empleados (García, 1998).

## **1.2. Empresa donde se realizó el estudio: Industria de Alimentos Dos en Uno S.A.**

Industria de Alimentos Dos en Uno es una empresa chilena que pertenece al grupo Arcor, multinacional de capitales argentinos. El grupo Arcor está conformado por 20.000 personas, cuenta con 41 plantas industriales ubicadas en Argentina, Brasil, México, Perú y Chile (en este último, 4). Elabora más de 1500 productos anuales entre los cuatro genéricos que conforman su foco de negocios: chocolates, golosinas, galletas y alimentos. Con una particularidad que la distingue, la empresa está integrada verticalmente en sus insumos estratégicos y cubre prácticamente todas las etapas en el desarrollo de cada producto, desde la obtención de las materias primas básicas hasta la elaboración completa, incluyendo *packaging*.

La memoria se desarrolló en Planta Arauco. Esta fábrica se inauguró en 1963, destinada a la producción de chicles, masticables, caramelos, chupetes, confitados y chocolates. Esta planta se emplaza en un edificio de 18.800 m<sup>2</sup>, con 47 líneas de producción que elaboran 65.000 toneladas anuales. Para cumplir con los niveles de producción, Planta Arauco cuenta con una dotación de 550 personas entre personal productivo y administrativo, trabajando en turnos rotatorios.

### 1.3. Implementación del TPM

La meta del TPM es efectuar mejoras substanciales dentro de la empresa optimizando la utilización de sus recursos físicos y humanos. Para eliminar las pérdidas se debe cambiar primero las actitudes del personal e incrementar sus capacidades; aumentar su motivación y competencia, mejorar la efectividad del mantenimiento y operación de los equipos. Los doce pasos de implementación y desarrollo del TPM, recomendados por Seiichi Nakajima en su libro "Introducción al TPM", se resumen a continuación (García, 1992b).

- Anuncio de la alta dirección de la introducción del TPM: La alta dirección debe informar a sus empleados de su decisión, e infundir entusiasmo por el proyecto. La preparación para la implantación implica crear un entorno propicio para un cambio efectivo. Se requiere, el persistente apoyo y el firme liderazgo de la alta dirección, aunque el programa dependa de la participación total de los miembros de la organización (García, 1992b).
- Lanzamiento de una campaña educacional: El segundo paso es el entrenamiento y promoción del programa, que debe empezar tan pronto como sea posible, después de introducir el proyecto. El objetivo no es solamente explicar el TPM, sino elevar la moral y romper la resistencia al cambio (García, 1992b).
- Crear organizaciones para promover el TPM: La estructura promocional del TPM se basa en una matriz organizacional, conformada por grupos horizontales (García, 1992b).
- Establecer políticas y metas para el TPM: Aunque las políticas estén constituidas por proposiciones verbales o escritas abstractas, las metas deben ser claras, cuantitativas y precisas, especificando el objetivo (qué), la cantidad (cuánto), y el lapso de tiempo (cuándo). Para fijar una meta alcanzable debe medirse y comprenderse el nivel actual, las características de las averías, y las tasas de defectos del proceso por pieza o equipo. El análisis de las condiciones reales existentes y el establecimiento de metas razonables permiten predecir el éxito del proceso (García, 1992b).

- Formular un plan maestro para desarrollo del TPM: Este plan maestro debe incluir un programa diario de promoción del TPM, empezando por la fase de preparación anterior a la implementación y el programa de capacitación. Se debe basar en las cinco actividades básicas del TPM: mejoramiento de la efectividad del equipo, establecimiento del mantenimiento autónomo, aseguramiento de la calidad de los productos, programa de mantenimiento planificado y por último, un plan de entrenamiento y capacitación (García, 1992b).
  
- El disparo de salida del TPM: Este es el primer paso para la implantación propiamente dicha. A partir de este punto, los trabajadores deben cambiar sus rutinas de trabajo diarias tradicionales y empezar a practicar el TPM (García, 1992b).
  
- Mejorar la efectividad del equipo: Los ingenieros de producción, división técnica y mantenimiento, los supervisores de línea y los miembros de pequeños grupos, se organizan en equipos de proyectos que implementen mejoras para eliminar las pérdidas (García, 1992b).
  
- Establecer el programa de mantenimiento autónomo: El mantenimiento autónomo por los operarios es una característica única del TPM, cada persona desde la dirección hasta el último operario, debe creer que es factible que los operarios realicen el mantenimiento y que los trabajadores deben ser responsables de su propio equipo (García, 1992b).
  
- Establecer un programa de auto-mantenimiento: El volumen de trabajo de mantenimiento disminuye cuando la inspección general pasa a ser parte de la rutina de los operarios. El número de averías decrece ampliamente y también se reducen las actividades globales de mantenimiento. En esta etapa del proceso, el departamento de mantenimiento debe centrarse en su propia organización y establecer un programa de auto-mantenimiento (García, 1992b).
  
- Conducir el entrenamiento para mejorar las habilidades: La empresa que implementa el TPM debe invertir en entrenamiento para permitir a sus trabajadores gestionar apropiadamente sus equipos y afirmar sus habilidades en operación normal (García, 1992b).

- Desarrollo temprano de un programa de gestión de equipos: Se necesitan inspecciones y revisiones en el período inicial: ajustes, reparaciones, limpieza y lubricación para evitar el deterioro. La Gestión Temprana de equipos se debe realizar por el personal de mantenimiento y producción como parte de un enfoque de prevención de mantenimiento y diseño libre de mantenimiento (García, 1992b).
- Implantación plena del TPM: El paso final en el programa de desarrollo del TPM es perfeccionar la implantación y fijar metas futuras más elevadas. Durante este período de estabilización, cada uno trabaja continuamente para mejorar los resultados, lo cual marca el comienzo real del programa de mejoramiento continuo empresarial (García, 1992b).

### **1.3.1. Pilares del TPM**

Este modelo cuenta con ocho pilares para desarrollar el programa, los cuales sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado (Pinto, 2010).

- Mejoras enfocadas: El objetivo principal de este pilar es eliminar las grandes pérdidas ocasionadas en el proceso productivo, las cuales pueden ser: fallas en los equipos principales y auxiliares, cambios y ajustes no programados, ocio y paradas menores, reducción de velocidad, defectos en el proceso.
- Mantenimiento autónomo: Este pilar tiene por objetivo involucrar al operador respecto de las condiciones de operación, y se basa en el conocimiento que éste posee del equipamiento para detectar a tiempo fallas potenciales o realizar acciones preventivas y trabajos de mantenimiento.
- Mantenimiento planificado: Este pilar debe lograr que el equipamiento y el proceso se encuentren en las mejores condiciones, para lo que es necesario eliminar las fallas a través de acciones de mejora, prevención y predicción.

- Capacitación: El objetivo de este pilar es aumentar las habilidades del personal para interpretar y actuar de acuerdo a condiciones establecidas, siendo entonces necesario definir quién hace qué y de la mejor forma posible.
- Gestión temprana de equipos y productos: Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta en marcha de los equipos y productos, con el objetivo de reducir los futuros costos de mantenimiento.
- Mantenimiento de la calidad: Corresponde a tomar acciones preventivas para evitar la variabilidad del proceso, mediante el control tanto de los componentes, como de los equipos, evitando así el cambio de las características del producto final y, por consiguiente, cuidando así su calidad, ofreciendo un producto con cero defectos como consecuencia de un proceso cero defectos.
- Departamentos de apoyo: El objetivo es aumentar la eficiencia, con la participación de planificación, desarrollo, administración y ventas, ofreciendo el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione con los menores costos y con la más alta calidad.
- Medio ambiente, higiene y protección industrial (MAHPI): Está comprobado que el número de accidentes crece en proporción al número de pequeñas paradas. También el hecho de asumir la responsabilidad de que al identificar los riesgos se mejora la salud y seguridad.

### 1.3.2. Implantación del mantenimiento autónomo paso a paso

En esta memoria se trabajó desde el pilar de mantenimiento autónomo, el cual adopta un procedimiento de implantación paso a paso que permite que las actividades evolucionen lenta pero profundamente.

El enfoque paso a paso delimita claramente las actividades de cada fase, facilitando la ejecución de auditorías regulares que dan fe de los avances hechos y da al personal de producción un sentimiento de logro conforme se avanza con el programa (Suzuki, 1992).

El mantenimiento autónomo se establece en siete pasos, empezando por la limpieza inicial y procediendo regularmente hasta la plena autogestión. Previamente a estos pasos, se implementa un plan de sistematización y mantenimiento orientado a la higiene y seguridad industrial llamado "5S" que consiste en el orden y limpieza, ya sea de los equipos, líneas de producción, planta, oficinas administrativas, etc. Este sistema consta de cinco etapas (Suzuki, 1992):

- *Despejar*: eliminar lo innecesario.
- *Organizar*: cada cosa en su lugar.
- *Limpiar*: armado contra la suciedad.
- *Uniformar*: mantener constantemente el orden, la limpieza e higiene del sitio de trabajo.
- *Disciplina y entrenamiento*: habituarse a aplicar 5S en el puesto de trabajo y respetar las normas de rigor.

Teniendo las condiciones previas explicadas, se trabaja en los siete pasos de mantenimiento autónomo, los cuales son (Suzuki, 1992):

- *Paso 1*, realizar la limpieza inicial.
- *Paso 2*, eliminar las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles.
- *Paso 3*, establecer estándares de limpieza, lubricación, inspección y ajuste.
- *Paso 4*, realizar la inspección general del equipo.
- *Paso 5*, realizar la inspección general de los procesos.
- *Paso 6*, mantenimiento autónomo sistemático.
- *Paso 7*, práctica plena de la autogestión.

Los pasos 1 al 3 dan prioridad a suprimir los elementos que causan el deterioro acelerado, prevenir y revertir el deterioro, establecer y mantener las condiciones básicas del equipo. Paralelamente, los objetivos de estos pasos son conseguir que los operarios se interesen y responsabilicen por sus equipos y ayudarles a liberarse de su auto-imagen como meros pulsadores de equipos. En los pasos 4 y 5, los líderes de grupos enseñan procedimientos de inspección a sus miembros, y la inspección general se amplía desde las unidades de equipos individuales a procesos enteros. Los objetivos de estos pasos son reducir las averías y formar a operarios que comprendan y dominen a fondo sus equipos y procesos (Suzuki, 1992).

Los pasos 6 y 7 están pensados para reforzar y elevar el nivel del mantenimiento autónomo y actividades de mejora, estandarizando sistemas y métodos, y ampliando la esfera de acción desde los equipos a otras áreas tales como los almacenes y distribución. El objetivo de estos últimos pasos es formar una organización sólida y cultural, en la que cada lugar de trabajo sea capaz de autogestionarse (Suzuki, 1992).

La memoria consistió en trabajar en el *paso 5* del mantenimiento autónomo, que apunta a realizar una inspección del proceso para reducir los defectos de los productos y las fallas de proceso a partir de la inspección temprana basada en el conocimiento del proceso.

#### **1.4. Paso 5**

Este paso consiste en realizar una inspección del proceso para reducir los defectos de los productos y las fallas de producción a partir de la inspección temprana basada en el conocimiento del proceso. Se debe procurar conocer y entender mejor el proceso y a partir de ello definir los puntos de inspección y los rangos para las variables. Se debe dar valores estándares a las variables e interrelacionarlas. Con esto se debe definir una ecuación del proceso. Los estándares que se definen deben mejorar sustancialmente a los actuales. Se debe traducir la complejidad del proceso en controles simples para los autónomos, además conocer los fenómenos fisicoquímicos implicados. Por lo demás, predecir el proceso, vía leyes fisicoquímicas o modelos empíricos.

## **1.5. Producto en estudio: goma de mascar/chicle**

### **1.5.1. Materias Primas**

Se denomina goma de mascar o chicle al preparado elaborado con una base masticable plástica e insoluble en agua, natural o sintética, azúcar y/o azúcares y otros ingredientes y/o aditivos autorizados tales como glicerina, aceite de maíz, lecitina, colorantes, esencias y sabores. Según sea la base masticable este tipo de productos podrán completarse con las denominaciones de hinchable y masticable. La diferencia es la capacidad de hacer globos, debido a que las gomas base hinchables contienen mayores niveles de caucho y polímeros con un peso molecular más elevado. Esta mayor proporción de polímeros produce una mayor elasticidad en el proceso de producción de los chicles hinchables la que le da la propiedad de hacer globos, al tiempo que permite hacer formulaciones con niveles de goma base inferiores a los de los chicles masticables (Cafosa, 2010).

En cuanto a los ingredientes, el conocimiento de las materias primas utilizadas en la producción de goma de mascar es crucial para el éxito en la formulación y la elaboración de los diversos productos derivados ya que ayuda a la detección y solución de problemas en el proceso de producción. Los principales son: goma base, edulcorantes, humectantes, emulsificantes, esencias y colorantes, los cuales se describen en Anexo 1.

## 1.5.2. Tecnología de procesamiento

La industria del chicle ha experimentado muchos cambios en los últimos años tales como la producción de chicles libres de azúcar, chicles con centro líquido, chicles co-extruidos y tri-extruidos con variados colores y sabores, y chicles funcionales: dentales, contra el tabaquismo, adelgazantes y energéticos, entre otros (Desevre *et al.*, 2010).

El chicle se presenta principalmente en cinco formas: barras, pellets, tabletas, formas cilíndricas y piezas corte-envoltura (“*cut & wrapped pieces*”) (Desevre *et al.*, 2010).

Composición: De acuerdo a su formulación, el chicle siempre consiste en una mezcla de proporciones variables de los siguientes ingredientes: goma base, glucosa o jarabe de sorbitol, azúcar o manitol/sorbitol/xilitol (60-65% del peso total del producto final), agentes colorantes, agentes saborizantes/aromáticos y algunos aditivos secundarios. Todos estos ingredientes son mezclados para producir una masa homogénea y uniforme (también llamada “pasta”) (Desevre *et al.*, 2010).

Producción de chicle: Dependiendo del producto a realizar, se pueden conectar varias combinaciones de equipamientos para las líneas de producción. La configuración y el tamaño de la línea de producción están en función de la capacidad de fabricación deseada, el tipo de proceso productivo escogido, el área disponible y de los insumos (agua, electricidad) con que cuenta (Desevre *et al.*, 2010).

Existen dos procesos distintos de manufactura, la forma tradicional corresponde a la “producción en batch” que consiste en alimentar al extrusor con piezas individuales de masa o batches. Este es el tipo de elaboración utilizada por esta planta, la cual será detallada más adelante. El segundo tipo es la “producción continua” para grandes cantidades o único tipo de producto (Desevre *et al.*, 2010).

Etapas de producción: Las etapas principales de fabricación corresponden a tres, estos pasos siempre ocurren sin importar el tipo o forma de chicle producido: la primera es la preparación de la masa, luego el moldeo que en este caso corresponde corte y envoltura (“*cut & wrap*”) y por último, el envasado (Desevre *et al.*, 2010).

Preparación de la masa – Producción en batch: Acorde a la formulación, los ingredientes son pesados manualmente, adicionados en secuencias determinadas y cantidades fijas. Se mezclan y amasan a 45 - 50 °C en un mezclador doble Z para obtener una pasta homogénea. La operación se realiza en batches de 50 - 500 kg, dependiendo de la capacidad del mezclador. En el caso de la línea 1 el batch es de 150 kg y la línea 2, 200 kg. Los batches se cortan en porciones más pequeñas. Se debe evitar el excesivo tiempo de mezclado para no elevar la temperatura, ésta es óptima entre 45 – 50 °C. Las temperaturas elevadas provocan disolución de la sacarosa que luego recristalizarán de forma indeseada, lo que provocará un chicle más duro. El tiempo de mezclado aproximado es de 25 – 30 min (Desevre *et al.*, 2010).

Reposo y corte: El tiempo de reposo, para la producción en batch, permite obtener una alimentación uniforme para el extrusor. Consiste en cortar trozos parejos para obtener trozos de masa con tamaño y temperatura uniforme (Desevre *et al.*, 2010).

Extrusión: La extrusión es lo central en la industria de chicle, ya que el extrusor es utilizado en la mayoría del proceso de moldeo. Se utilizan principalmente tres procesos de producción, que abarcan el 90 % de los productos que se encuentran en el mercado: “*rolling & scoring*”, “*ball forming*” y “*cut & wrap*” (Desevre *et al.*, 2010). Este último es el que se produce en las líneas estudiadas.

La extrusión consiste en depositar trozos de masa de chicle en una tolva donde son atrapados por dos rodillos alimentadores. Los trozos son empujados continuamente por dos tornillos de extrusión rotativos hasta un cabezal de presión en el que se les da forma a través de boquillas, donde se obtienen las llamadas “sogas”, que corresponden a cuerdas finas de la forma requerida y el ancho de esta sogas corresponderá al largo del producto. Estas sogas son las que alimentan al túnel y luego son cortadas por las máquinas envasadoras para determinar el largo del producto (Desevre *et al.*, 2010).

La extrusión es viable a cierta temperatura y presión. La mayor eficiencia se alcanza cuando los tornillos del extrusor están tan llenos de goma como sea posible, por lo tanto, los rodillos alimentadores también. El principal objetivo de esta etapa es poder obtener un producto final uniforme y constante durante todo el proceso (Desevre *et al.*, 2010).

Túnel de frío: En este equipo, el chicle se endurece lo suficiente para poder ser envuelto en la máquina envasadora. Las máquinas envolvedoras y cortadores trabajan mejor con un chicle duro

que permiten a la máquina mover y cortar el chicle tan rápido y eficientemente como sea posible. Un chicle blando genera como principal problema adherencia en los rodillos o en el cuchillo de la envasadora (Desevre *et al.*, 2010).

El principal problema en esta etapa es la ruptura y agrietamiento del chicle en el caso de endurecerse excesivamente al interior del túnel o bien adherencia del chicle en la cinta transportadora si está demasiado blando (Desevre *et al.*, 2010).

Máquina cortadora y envolvedora: Esta máquina realiza la función de cortar y envolver las piezas de chicle. Se compone de tres partes: sección de alimentación, en la cual se le da la forma al chicle; sección de cortado, donde se fija la longitud del chicle; y la sección de empaquetado, en la que se envuelve el chicle con el material de envase correspondiente (Desevre *et al.*, 2010).

Los principales problemas que presentan estas máquinas es la acumulación de chicle en los rodillos (chicle excesivamente blando provoca un tamaño o formato de la soga incorrecto). Por otra parte, otro inconveniente es el agrietamiento del chicle y problemas con el peso; generalmente este agrietamiento comienza en el túnel de frío y puede apreciarse en la soga a la salida del mismo. En relación a éste último problema, existen causas posibles tales como: la temperatura de mezclado es excesivamente alta (produce un chicle de mayor dureza), el tiempo de reposo es insuficiente, la temperatura del túnel es demasiado baja, la dimensión de la soga es incorrecta (irregularidad que afecta al peso) o un cambio en la formulación (Desevre *et al.*, 2010).

Productos y configuración de línea: “cut & wrap” (corte y envoltura): El proceso “cut & wrap” se utiliza frecuentemente para productos rectangulares o cilíndricos. A menudo, estos productos tienen un envoltorio interior unitario y otro agrupado. La línea de producción “cut & wrap” es una de las líneas de más simple configuración de equipos. Consta de un extrusor, túnel de enfriamiento y la máquina envasadora que corta y envuelve el producto. El extrusor transforma los trozos de masa en una o varias sogas, que son transportadas a un túnel de enfriamiento multinivel vía cinta transportadora y son expuestas a un flujo continuo de aire frío. Al interior del túnel, la cinta transportadora se distribuye en varios niveles (multinivel), para optimizar el tiempo de residencia necesario en el túnel. En cada nivel hay unidades individuales y dispositivos reguladores de tensión que se pueden adaptar para compensar la extensión del producto sobre la cinta de enfriamiento, lo cual evita cualquier pérdida de forma (Desevre *et al.*, 2010).

La temperatura del producto desciende hasta lo necesario para el corte y envasado, esta función la realiza el túnel de enfriamiento ya que por medio de la aplicación de frío, estabiliza y endurece las sogas. El aire frío proviene de los evaporadores y es difundido a través de la cinta por ventiladores para un enfriamiento homogéneo en toda la superficie de la soga (Desevre *et al.*, 2010).

La temperatura del túnel es entre 2-15 °C, dependiendo del tipo de producto. La duración total de refrigeración, el número de niveles (o vueltas) y la potencia de enfriamiento se optimizan de acuerdo a parámetros tales como: tipo de producto y dimensiones, volumen de producción, velocidad de trabajo de la máquina envasadora, temperatura de entrada y salida necesaria, y condiciones ambientales. A la salida del túnel, cada soga llega a una mesa de descarga junto a la cual se encuentra la máquina envasadora. En esta zona existe un brazo de regulación, donde pasa la soga, lo que determina la velocidad de la envasadora. En la máquina envasadora, se ajusta la soga a las dimensiones correctas y definitivas del producto; luego se corta en un tamaño correspondiente al de la pieza final. El envase envuelve a las piezas de chicle y se sellan. En la descarga de la máquina envasadora, las piezas de chicle están listas para el envasado exterior, ya sea en *displays* o a granel (Desevre *et al.*, 2010).

## 1.6. Estudios de capacidad de procesos

Los estudios de capacidad del proceso se realizan para determinar la reproducibilidad del proceso en forma consistente.

Se define el análisis de la capacidad de un proceso como un estudio de ingeniería orientado a estimar la aptitud del proceso (Montgomery, 1943).

Un estudio de capacidad de un proceso mide normalmente parámetros funcionales del producto y no del proceso mismo. Cuando el analista puede observar directamente el proceso y controlar o vigilar la actividad de la obtención de los datos, el estudio corresponde a una verdadera apreciación de la capacidad del proceso porque se estaría controlando la obtención de los datos y conociendo la secuencia de éstos en el tiempo, es posible hacer inferencias acerca de la estabilidad temporal del proceso (Montgomery, 1943).

Existen tres métodos fundamentales que se utilizan en el análisis de la capacidad de proceso: histogramas, gráficos de control, y experimentos diseñados (Montgomery, 1943).

- Gráficos de Control: Esta herramienta permite observar en forma gráfica si el proceso está bajo control estadístico, es decir, estimar si el proceso está sujeto sólo a variables fortuitas (aquellas que son imposibles de eliminar). Para ello se establecen límites de control, los cuales pueden ser determinados por la distribución de frecuencia de cada característica observada (Castellote, 2005).

En el presente estudio se estimarán los límites de control (LCS, límite de control superior y LCI, límite de control inferior) para cada variable del proceso, que corresponden al rango de la media  $\pm 3\sigma$ . Si los valores de una variable determinada se encuentran dentro de los límites entonces se determina que el proceso está bajo control estadístico.

El gráfico de control posee la capacidad de distinguir las causas atribuibles o especiales, de las causas comunes de variación de la calidad. Esto hace posible el diagnóstico y la corrección de muchos problemas de producción, y, a menudo, produce mejoras sustanciales en la calidad del producto, así como en la reducción de la cantidad de productos desechables y recuperables (Castellote, 2005).

- Histogramas: Un histograma o distribución de frecuencias puede servir en la estimación de la aptitud de un proceso, junto con la media y la desviación estándar.

A través del histograma se observan los datos (defectos y fallas) y se agrupan en forma gaussiana conteniendo los límites inferior, superior y una tendencia central. Estos límites sirven para estimar la capacidad del proceso.

- Experimentos diseñados: en este caso corresponden a pruebas industriales para comprobar alguna corrección de los parámetros y verificar límites de especificación, entre otros.

Por otra parte, se realizan análisis de capacidad de proceso en histogramas mediante el software SPAC v2, los cuales entregan distintos índices.

- Índice de rendimiento del proceso (Pp o Cp\*): Indica el grado de ajuste entre la dispersión y variabilidad del proceso, que viene dada por la diferencia entre los límites de especificación. Es decir, establece una relación entre los límites de especificación (LES, límite de especificación superior y LEI, límite de especificación inferior) y la variabilidad del proceso. Sin embargo no señala si el proceso cumple con esas especificaciones, ya que no se refiere al valor medio de éste. Se puede establecer el índice de rendimiento del proceso superior (Pps) y el índice de rendimiento del proceso inferior (Ppi), para casos en que se cuenta sólo con un límite de especificación; para estos casos los criterios de aceptación son distintos a los procesos que cuentan con dos especificaciones. Cuanto mayor sea el Pp, menor es la variabilidad del proceso, lo cual significa que el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones (Silva, 2006).

$$Pp = \frac{(LES - LEI)}{6\sigma} \quad Pps = \frac{(LES - \mu)}{3\sigma} \quad Ppi = \frac{(\mu - LEI)}{3\sigma}$$

(LES = límite de especificación superior; LEI = límite de especificación inferior;  $\sigma$  = desviación estándar a largo plazo).

\*La diferencia entre Cp y Pp está dada por la utilización en la fórmula de la desviación estándar a corto o largo plazo; Cp utiliza la desviación estándar a corto plazo y Pp a largo plazo, la cual se utilizará en este estudio.

- Índice de capacidad del proceso (Ppk): es una modificación del Pp, con el fin de evaluar la ubicación de la media respecto a los límites de especificación, teniendo en cuenta la dispersión de los datos, la distancia media y los límites de especificación.

$$Ppk = \frac{MC}{3\sigma}$$

Donde MC es el valor más pequeño entre  $(LES - \mu)$  y  $(\mu - LEI)$ .

(LES = límite de especificación superior; LEI = límite de especificación inferior;  $\mu$  = media).

Si la media del proceso corresponde el valor nominal de la especificación, Ppk es igual a Pp, es decir, el proceso se encuentra completamente centrado, de lo contrario, siempre será menor. El problema que surge a partir de este índice es la cuantificación de la centralización, ya que es un índice estricto y sólo indica si la media del proceso está centrada o no. Se debe recalcar que un proceso no centrado, no necesariamente está fuera de las especificaciones.

En términos generales, se pueden mencionar los valores adecuados de estos índices en la siguiente tabla:

Tabla 1: Resumen de índices de capacidad de proceso.

<b>Valor Índice</b>	<b>Condición</b>
Pp > 1,33	Adecuado.
1 < Pp < 1,33	Adecuado, pero requiere de un control estricto.
0,67 < Pp < 1	No adecuado, requiere un análisis del proceso.
Pp < 0,67	No adecuado, requiere modificaciones.
Ppk = Pp	El proceso está centrado.
Ppk < Pp	El proceso no está centrado.

A continuación se presenta un esquema que clarifica la metodología para realizar el análisis estadístico:

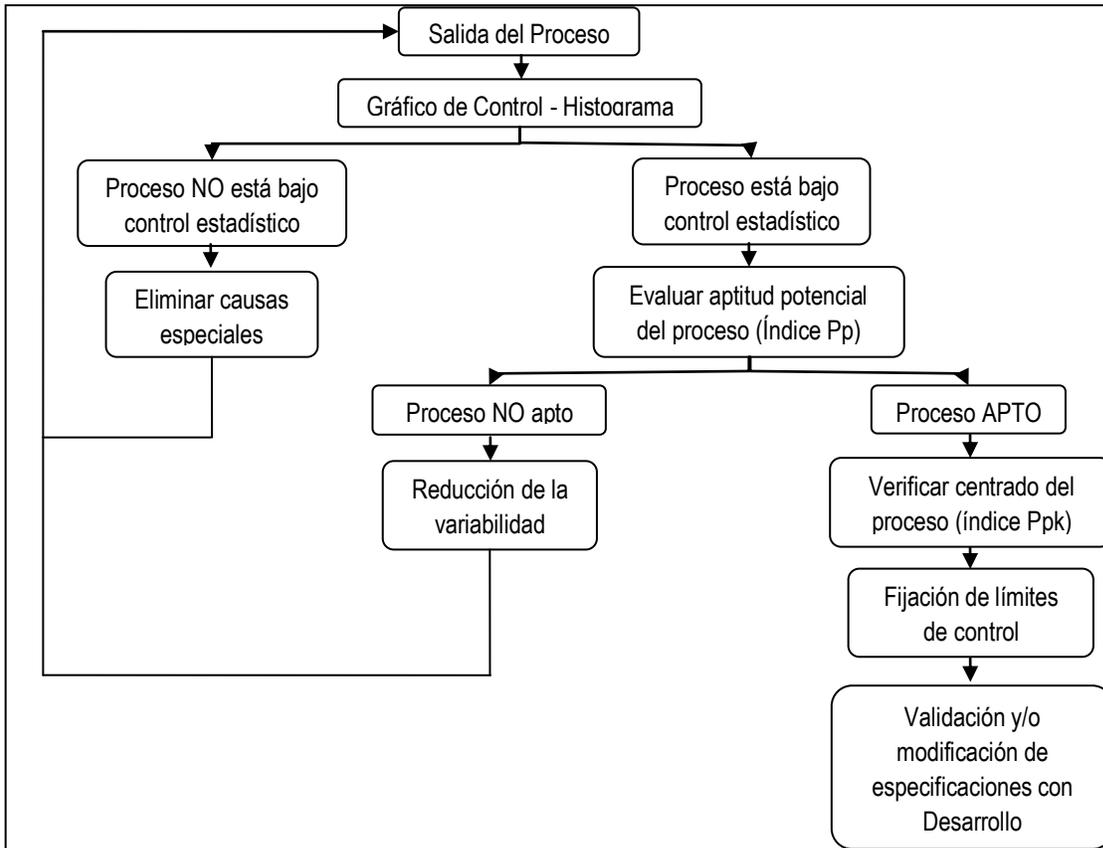


Figura 1: Diagrama de control de proceso

A través de la recopilación de datos en la inspección se puede realizar gráficos de control e histogramas, en los cuales se puede ver si el proceso está o no bajo control estadístico. En caso de no estar bajo control, se eliminan las causas especiales y se vuelve a analizar la situación. Luego, si el proceso está bajo control estadístico, se evalúa la aptitud del proceso (índice  $P_p$ ), si ésta es inferior a 1 se debe reducir la variabilidad y analizar nuevamente la situación. Cuando el proceso sea apto ( $P_p > 1$ ) se verifica el centrado con el índice  $P_{pk}$  y se fijan los límites de control para la validación y/o modificación de especificaciones con el departamento de desarrollo.

## 1.7. Indicadores

A continuación se definirán los indicadores utilizado en esta memoria, que demuestran el aumento o reducción de las pérdidas luego de la implementación de *paso 5*.

- Fallos de proceso: o detenciones de máquina, son averías que provocan detenciones de los equipos, afectando la eficiencia de los mismos o de la línea.
- Defectos de calidad: fallas o problemas de regulación de máquina que generan producto defectuoso (regulación de máquinas envasadoras, alineamiento de rodillos de impresión, separación de rodillos de laminación, etc.). Los defectos de calidad tratados en esta memoria corresponden a producto no conforme, decomiso, reproceso, scrap y desvío de peso.
- Producto no conforme: defecto de calidad que se refiere a aquel producto que no cumple con alguna de las características implícitas o definidas, por lo tanto debe ser controlado e identificado para su uso.
- Decomiso: defecto de calidad, indica que un producto no es apto para utilizarse ya que posee algún tipo de contaminación y se debe desechar.
- Scrap: materiales de envase y empaque desechados, adecuados para reciclarse.
- Reproceso: acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos (se procesa nuevamente).
- Desvío de peso: producto no conforme que se encuentra fuera de las especificaciones de peso.
- Accidente: suceso que es provocado por una acción violenta y repentina ocasionada por un agente externo involuntario, da lugar a una lesión corporal.
- Riesgos para la seguridad: fallas que provocan riesgos para las personas (conexiones a tierra, mecanismos de paradas de emergencia, enclavamientos, ruido, polvo, quemaduras).

- Impacto en el ambiente: fallas que provoquen derrames o emisiones (sensores de nivel, desgaste de juntas, etc.).
- Reclamo: es la expresión de insatisfacción referida a la prestación de un servicio.

## II. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

### 2.1. Hipótesis

Según los antecedentes expuestos anteriormente, se puede proponer la siguiente hipótesis:

**“La aplicación de la metodología de *paso 5* del Mantenimiento Productivo Total (TPM), centrada en la estandarización del proceso, reduce las pérdidas de fabricación de goma de mascar”.**

### 2.2. Objetivos

#### 2.2.1. Objetivo general

- Implementar *paso 5* de Mantenimiento Productivo Total, TPM, en dos líneas de producción de chicle de la Industria de Alimentos Dos en Uno: línea 1, correspondiente a chicle masticable sin azúcar, y línea 2, chicle hinchable con azúcar.

#### 2.2.2. Objetivos Específicos

- Formar parte del pilar de mantenimiento autónomo para implementar *paso 5* dentro de la metodología de los 7 *pasos*.
- Implementar la metodología de *paso 5* de TPM en dos líneas de producción de chicle (inspección de procesos).
- Lograr la estandarización del proceso.

- Validar la implementación de paso 5 a través de la verificación de la efectividad de los resultados.
- Reducir los productos no conformes y reclamos.
- Disminuir scrap, decomiso, reproceso y desvío de peso.
- Disminuir la frecuencia de fallos de proceso.
- Eliminar accidentes.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Implementación de paso 5

Lo esencial de *paso 5* es la inspección del proceso productivo, en el cual se da a conocer la variabilidad intrínseca al que está sujeto, por lo que el control estadístico de ellos, permitirá tener un control del proceso en sí. La metodología de implementación se fundamenta en las etapas indicadas por mantenimiento autónomo, pilar de TPM. A continuación, se indican los pasos a seguir para la implementación de *paso 5*:

- a. Definir los sistemas: Se aplica en aquellas etapas del proceso donde las condiciones del mismo definen las características de calidad de los productos.
  - i. Se establece el lay out.
  - ii. Se identifican las etapas del proceso.
- b. Priorización de los sistemas: Se prioriza según importancia, defectos de calidad (no conformes, reproceso, decomiso), reclamos de clientes, fallos de equipos y fallos de proceso. Corresponde considerar las fallas ocurridas y potenciales.
- c. Confeccionar manuales de procesos: Definir en los mismos diagramas de proceso, funciones de cada etapa, características de las materias primas, funciones de los ingredientes, fenómenos involucrados, variables que definen el proceso, rango de trabajo más adecuado.
- d. Inspección general del proceso: Se compromete lograr un conocimiento profundo del proceso, estudiar las fallas reales y potenciales. Además definir los rangos del proceso basados en antecedentes, historia, especificaciones del fabricante, diseño de experimento, etc.
  - i. Se realiza un esquema del proceso seleccionado (estructura interna).

- ii. Se debe conocer la función del proceso (variables que se manejan: P, T, tiempo de residencia, etc.).
  - iii. Se define los tipos de variables (referenciales o críticas).
  - iv. Se define rangos de control para cada variable.
  - v. Se definen medidas preventivas para controlar el proceso.
  - vi. Se deben generar estándares del proceso.
- 
- e. Aprobación del material de capacitación: El material técnico para la capacitación debe ser de fácil comprensión para el autónomo y contar con la aprobación correspondiente para su difusión.
  - f. Programación de la capacitación: Se establece el período necesario para realizar la capacitación.
  - g. Ejecución de la capacitación: Se realiza una capacitación teórica sobre los fenómenos físicos involucrados, el proceso, detección de anomalías, etc.
  - h. Validación de la implementación: La aplicación del *paso 5* será efectiva si cumple con el objetivo propuesto de reducir los defectos y los fallos de proceso, por lo tanto se debe verificar la efectividad de la implementación a través de los resultados (producto defectuoso, reproceso, decomiso, fallos de proceso y cero accidentes).
  - i. Auditoría: Finalmente, una autoridad competente revisa, examina y evalúa los resultados de la gestión de *paso 5*. Los resultados se deben verificar al menos durante 2 meses después de la aprobación de la auditoría final de *paso 5*.

Las líneas productivas de chicle en las que se implementará *paso 5* de TPM corresponden a línea 1: chicle masticable sin azúcar y línea 2: chicle hinchable con azúcar.

### **3.2. Análisis estadístico - Inspección de proceso**

El análisis estadístico de la inspección general del proceso, se realizó mediante el Software SPAC V.2 de la empresa Druida, SPAC como sus siglas lo indican es un Sistema Para el Aseguramiento de la Calidad. Este programa es un software creado en Argentina, que consiste en un entorno de recolección, almacenamiento y análisis de información de calidad, actualmente instalado en empresas de diversos ámbitos. Este software cuenta con la aplicación SPAC FL (Análisis Estadístico Fuera de Línea) que provee herramientas estadísticas avanzadas para el análisis de datos, el cual tiene por objetivo principal ayudar a extraer conocimiento a partir de datos recolectados en estudios observacionales o experimentales.

La inspección del proceso se basa en la recopilación de datos en el tiempo de los productos en la línea de producción, a partir de los cuales se obtiene documentación útil para la determinación de la reproducibilidad de dicho proceso. Para esto se requiere la supervisión del proceso en forma explícita en todas sus etapas.

En primer lugar se realizó una inspección inicial del proceso, la cual contenía la situación inicial de trabajo sin mejoramiento alguno, luego se efectuó una inspección final en la que se plantean nuevos parámetros para cada variable de tal forma que el proceso esté bajo control ( $Ppk > 1$ ) y no produzca unidades no conformes, esta proposición se basó en el control estadístico de procesos mencionado en el punto 1.6 de la introducción. Adicionalmente, se realizaron pruebas industriales para verificar si los límites entregados por el análisis estadístico eran adecuados.

Finalmente, la validación de la implementación se hizo verificando si la aplicación de *paso 5* fue efectiva al cumplir los objetivos de reducir los defectos (no conformes, reproceso, decomiso, scrap) y fallos de proceso.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La metodología de Mantenimiento Total Productivo (TPM) busca el mejoramiento permanente de la productividad industrial con la participación de todos los actores, otorgando eficaces resultados en la optimización industrial. La empresa Arcor- Dos en Uno, a través del pilar Mantenimiento Autónomo perteneciente a TPM, trabaja en la implementación de los 7 pasos, para lo cual se realizó previamente el plan de sistematización y mantenimiento llamado "5S". Por otra parte, el estudio se realizó en líneas de producción que tenían implementado hasta *paso 4* de TPM, que corresponden a las condiciones iniciales necesarias para la implementación de *paso 5*.

El principal objetivo de *paso 5* corresponde a realizar la inspección general del proceso con el fin de reducir pérdidas, tales como defectos de los productos y fallos de proceso a partir de la inspección temprana basada en el conocimiento del proceso. *Paso 5* cuenta con una metodología de implementación establecida que se enfoca en el conocimiento y entendimiento del proceso y a partir de ello, definir puntos de inspección y rangos para las variables, para los cuales se les debe dar un valor estándar a través de análisis estadístico. Además estos estándares deben demostrar una mejora sustancial en comparación a los actuales para lo cual debe transcurrir al menos dos meses luego de la auditoría que aprueba lo implementado. Al momento de analizar los resultados en ambas líneas no se había realizado la auditoría, sin embargo ya habían transcurrido al menos dos meses, por lo que se pudo observar los efectos de esta metodología.

Se trabajó en dos líneas de producción de chicle, ambas del tipo de configuración corte y envoltura (*cut & wrap*). La línea 1 corresponde a la producción de chicle sin azúcar y del tipo masticable, característica otorgada según el tipo de goma base usado. La segunda línea (línea 2) produce chicle con azúcar del tipo hinchable. Se analizaron todos los productos de estas líneas, que correspondían a chicles con el mismo formato y con distintas formulaciones.

En cuanto a lo esencial de *paso 5*, la inspección del proceso productivo, se definieron los puntos de inspección, variables referenciales y críticas, seguimiento de estas variables y estudio de su variabilidad intrínseca. El control estadístico de los datos permite tener un control del proceso en sí, por lo tanto se realizó un análisis estadístico con el software SPAC V2 con la aplicación FL, de todos los datos obtenidos en la inspección inicial y se analizaron mediante los índices Pp y Ppk los cuales

entregaron nociones acerca de la capacidad del proceso ( $Ppk > 1$  indica un proceso adecuado). Según esto, se realizó la modificación (inspección final) de los rangos de cada variable con el fin de obtener una capacidad de proceso adecuada.

#### 4.1. Línea 1: Chicle masticable sin azúcar

##### 4.1.1. Implementación de paso 5.

Siguiendo la metodología propuesta por *paso 5*, se estableció la implementación por etapas.

###### a. Definir los sistemas

- i. Establecer lay out: Se establece el diagrama del proceso estudiado.

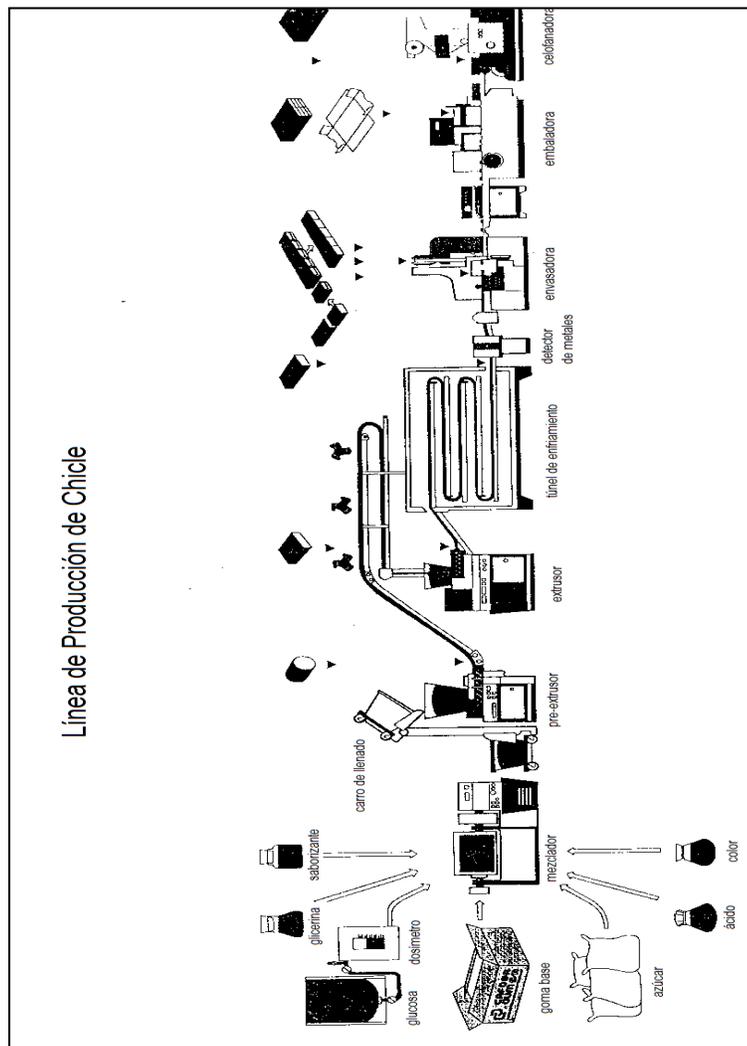


Figura 2: Diagrama de producción de chicle sin azúcar.

ii. Identificar las etapas del proceso

A continuación se presenta el diagrama bloques para la línea 1 chicle sin azúcar en el cual se identifican las etapas del proceso.

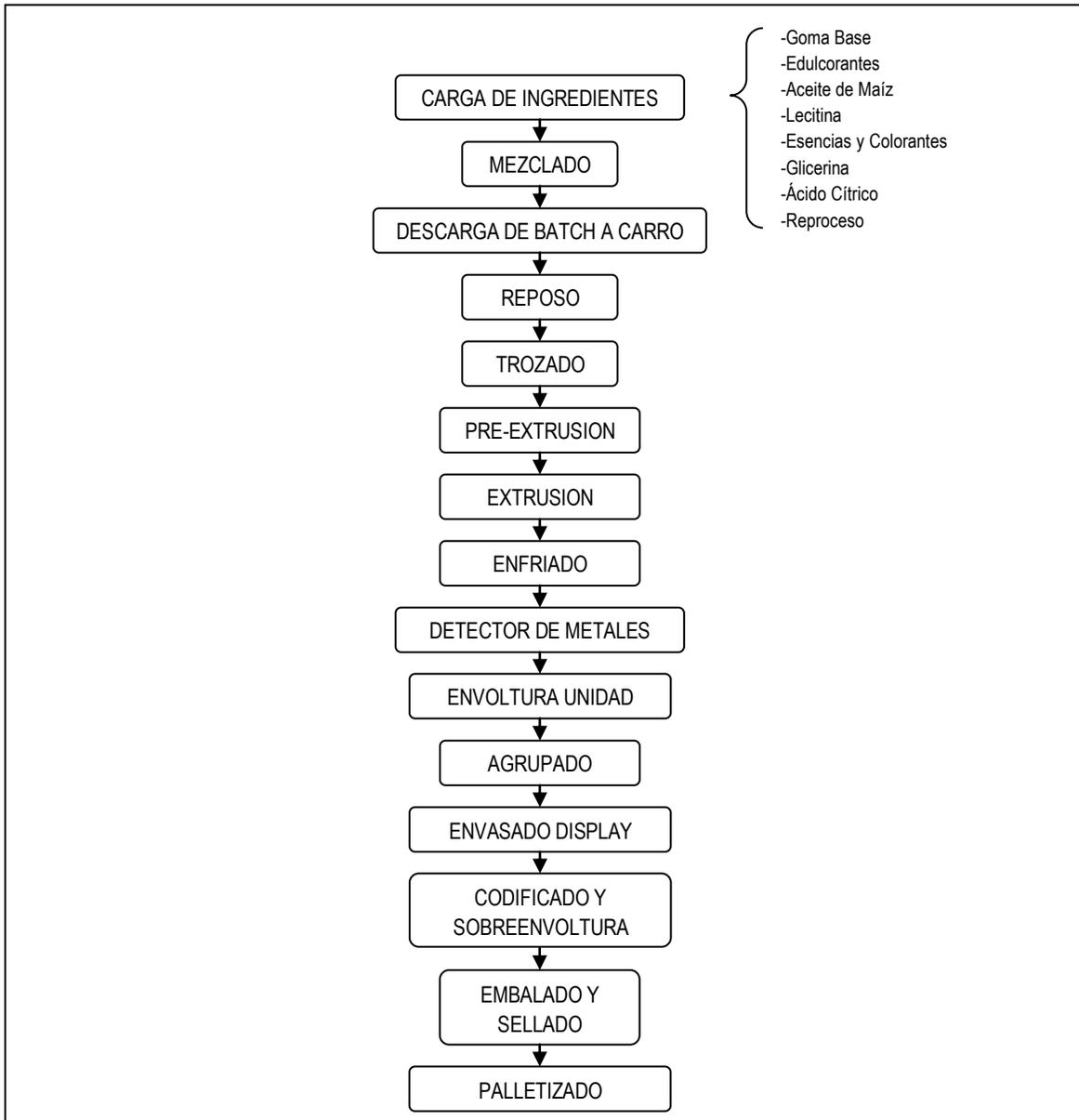


Figura 3: Diagrama de bloques de chicle sin azúcar.

b. Priorizar y relacionar los fallos de proceso con las etapas del proceso.

- i. Criterios de priorización: Para realizar la priorización se deben conocer los valores de los índices del proceso y defectos de calidad antes de la implementación de *paso 5*, para que luego de ésta, se verifique la reducción de cada uno de estos índices.

Productos no conformes: Se determinó la cantidad de productos no conformes para la línea 1, en un período antes de la implementación de *paso 5*. En la Figura 4 se observa claramente que la mayor cantidad corresponde a un error de rotulación (44 %, Anexo 2), el cual es un defecto de calidad que no está directamente relacionado con el proceso. La no conformidad problema de peso (7 %, Anexo 2) constituye un defecto relacionado con el proceso y que es causado por la variación de medida, fallo de proceso que se refleja su estadística en la Figura 6. Los porcentajes de productos no conformes para esta línea se encuentran en el Anexo 2.

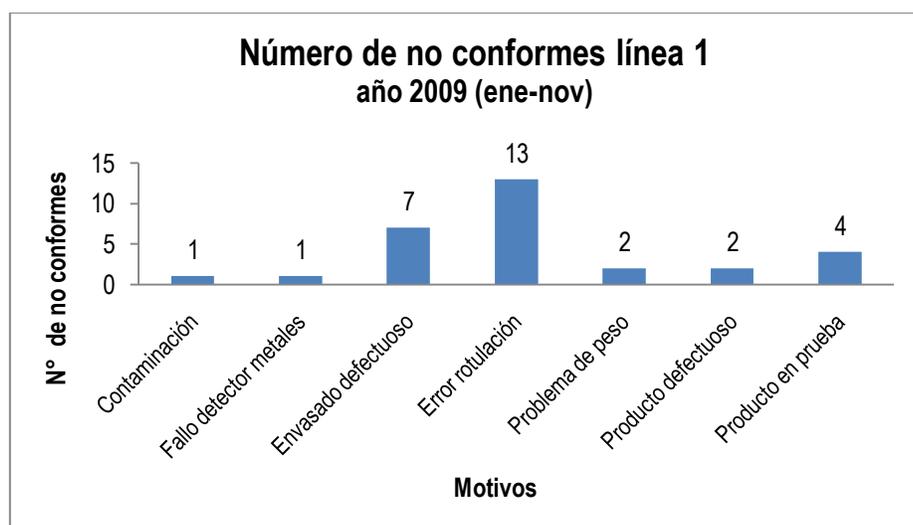


Figura 4: Cantidad de productos no conformes correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, del año 2009.

Fallos de proceso: Se determinó la cantidad de fallos de proceso de la línea 1 antes de la implementación de *paso 5*. Se observa que el que tiene mayor cantidad de fallos es el departamento de calidad (54 %, Anexo 2), por lo que posteriormente se analizan las causas de estos fallos. Los porcentajes de fallos de proceso para esta línea se encuentran en el Anexo 2.

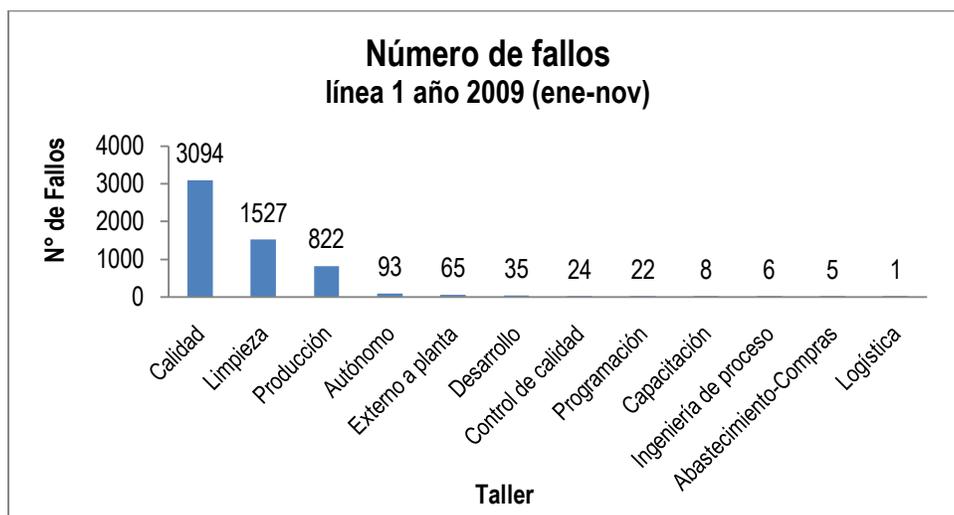


Figura 5: Cantidad de fallos de proceso (detenciones) por departamento correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, del año 2009.

Fallos asociados al departamento de calidad: Se determinó las causas asociadas al taller de calidad, el cual presentaba mayor cantidad de fallos. Se observa que el fallo más recurrente es la “variación de medida” de las sogas de chicle (23 % de los fallos, Anexo 2). Los porcentajes de fallos asociados a calidad se encuentran en el Anexo 2.

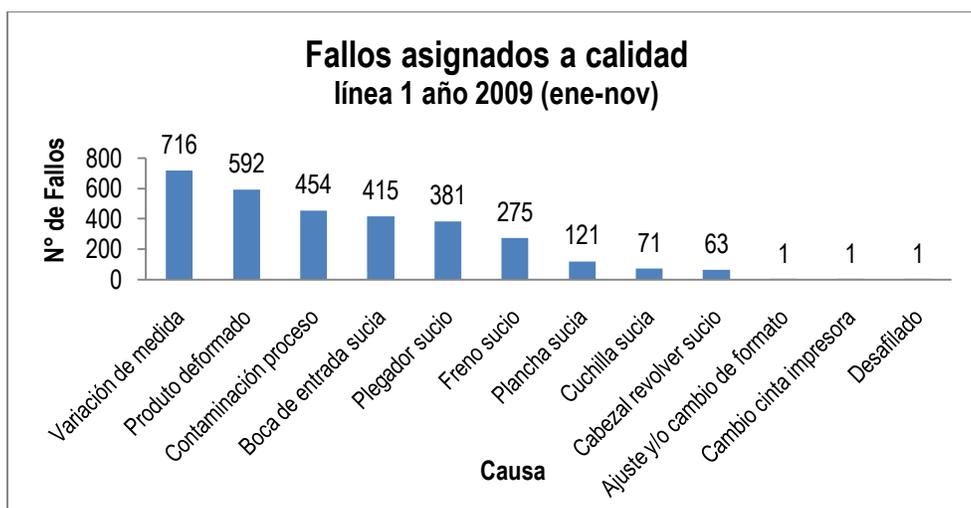


Figura 6: Cantidad de fallos asignados al departamento de calidad correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, del año 2009.

ii. Relación con las etapas del proceso

Descripción del problema

Según la priorización de los fallos de proceso, la mayor indisponibilidad de la línea de producción está ocasionada por la “variación de medida” de las sogas de chicle, lo que genera el corte de las sogas al interior del túnel de frío, a la salida del túnel o en los rodillos de las máquinas envasadoras. Este corte genera una anomalía en el producto conocida como “unidad corta”, el cual se manifiesta como reclamo de clientes y que se muestra en la Figura 7.

El corte de la soga es la causa de la “unidad corta”, que como su nombre lo indica, es una anomalía del producto. Este problema es traspasado al consumidor y recepcionado nuevamente por la empresa como un reclamo de clientes.

A continuación se muestra el gráfico de reclamos del área de chicle en el año 2009. Se aprecia que la segunda causa mayor de reclamos es la unidad corta.

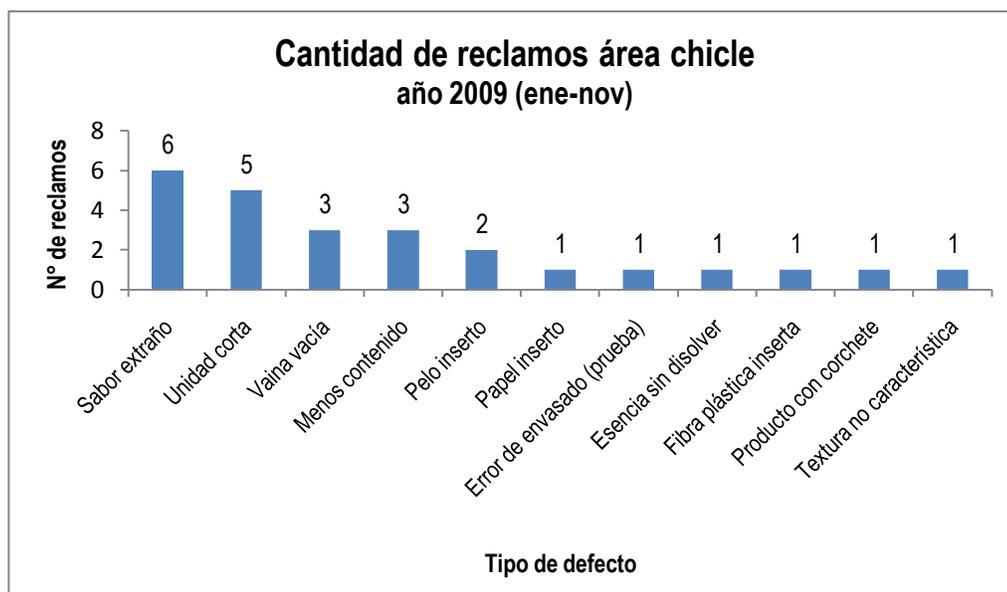


Figura 7: Gráfico de reclamos de clientes correspondientes al área de chicles en el año 2009.

Además del problema de reclamos por unidad corta, se producen paradas reiterativas en las tres máquinas envasadoras por cortes de soga, generando un aumento en el reproceso de la línea. De los 25 reclamos en el área del chicle mostrados en el gráfico, 11 corresponden a la línea 1.

### Accidentes

Por otra parte, la cantidad de accidentes no presenta un problema ya que en ambas líneas, durante todo el año 2009 fue cero.

### Reproceso, decomiso, desvío de peso y scrap

A continuación se presentan los valores correspondientes a la línea 1 para el año 2009, los cuales se pretenden disminuir con *paso 5*.

Tabla 2: Defectos de calidad de la línea 1 chicle sin azúcar para el año 2009.

<b>Indicador de Proceso</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Reproceso	2,3
Decomiso	0,4
Desvío de peso	1,0
Scrap	3,3

### Relación de los fallos con las etapas del proceso.

En Figura 8 se muestra la relación de los fallos con las etapas de proceso que resultaron ser más significativas. Según este criterio se encontraron las siguientes etapas: mezclado, reposo, extrusión y enfriado. En las etapas de mezclado y reposo se producen problemas como masa seca, húmeda y/o con grumos; en la etapa de extrusión ocurre que se producen sogas con “variación de medida”; y en la etapa de enfriado se producen problemas tales como sogas blandas, duras y/o con “variación de medida”.

A continuación se muestra la identificación de los fallos en el diagrama bloques línea 1 chicle sin azúcar.

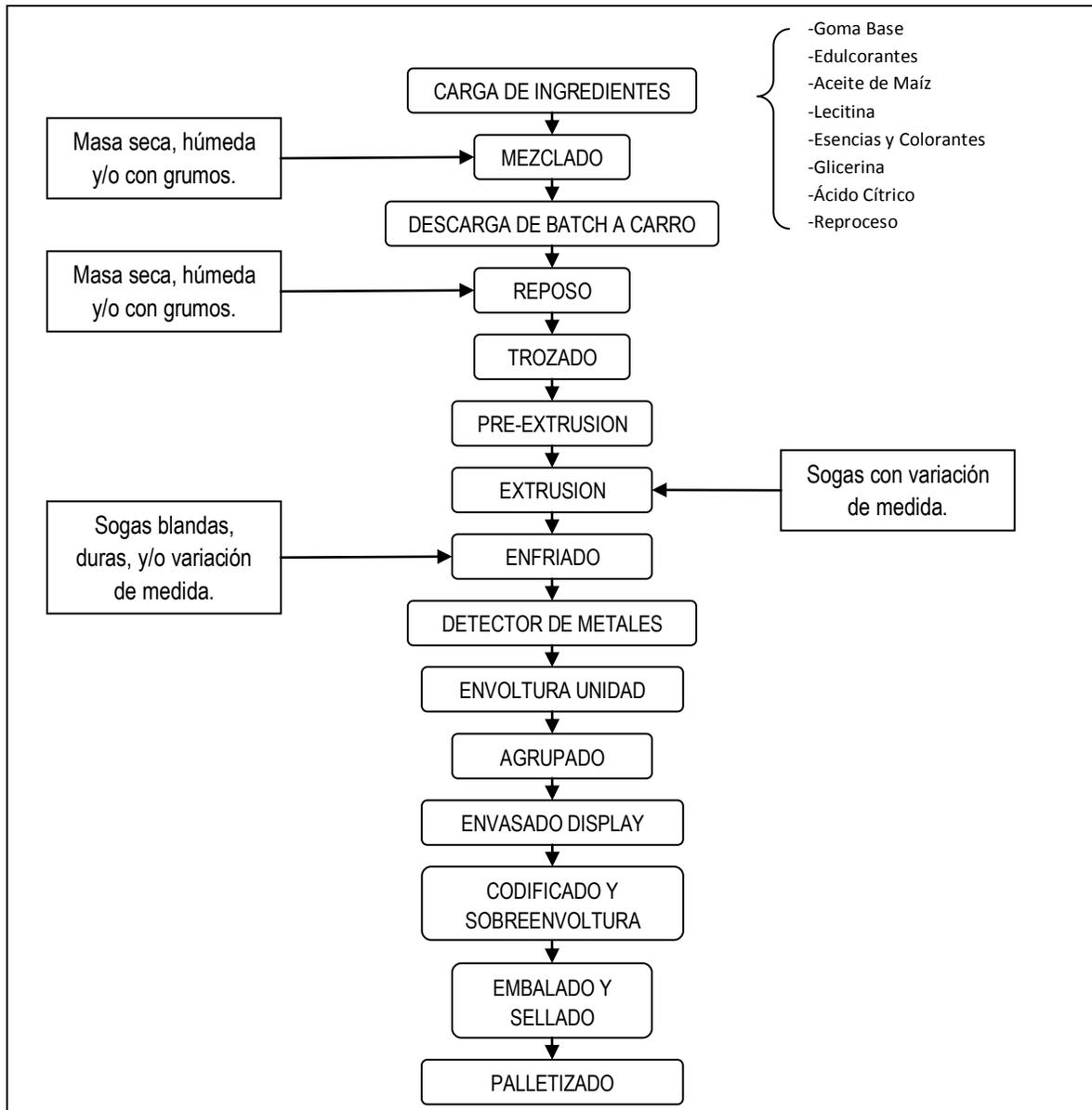


Figura 8: Relación de los fallos con las etapas del proceso.

### c. Confeccionar manuales de procesos y capacitación

El TPM requiere de un personal capacitado, que haya desarrollado habilidades, las cuales tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. El conocimiento adquirido por el personal a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo durante el tiempo le

confieren las habilidades para el desempeño de diversas actividades, tales como: identificación y detección de problemas en los equipos; comprensión del funcionamiento de los equipos; entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto; poder analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos; capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros; y habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas a los procesos industriales, entre otros.

El objetivo de la confección de manuales y capacitación del personal es instruir, ya que el personal posee conocimientos informales e incompletos en temas requeridos, con el fin de lograr la autonomía en la gestión de equipos y procesos (operador-mantenedor). Para obtener una capacitación efectiva, se requiere la participación activa de los trabajadores en el sistema de gestión integral.

En esta línea de producción de chicle sin azúcar se realizó un manual de proceso y capacitación que contenían las etapas de *paso 5*: lay out, diagrama de bloques, productos no conformes, fallos de proceso, reclamos, identificación de etapas con mayores fallos, inspección de proceso, generación de estándares de proceso y controles visuales; además las materias primas del chicle sin azúcar y su tecnología de procesamiento.

d. Inspección general del proceso

- i. Se realizan esquemas del proceso seleccionado (estructura interna).

Análisis de modos y efectos de fallos (FMEA): Se realizó un esquema de inspección general del proceso. Para esto se hizo una tabla FMEA que generó puntos de chequeo y acciones correctivas. Se tabuló la parte o proceso, modos de fallos (formas en que el proceso puede fallar), efectos de la falla, causas por las que se produce la falla, controles, ítems a controlar, método, frecuencia de control y por último, tareas correctivas y/o preventivas (Anexo 3).

- ii. Se seleccionan las variables a estudiar y se realiza la recopilación de los datos.

En el proceso se manejan los siguientes parámetros:

- Orden de adición de los ingredientes
- Tiempo de mezclado (min)

- Temperatura de la masa a la salida del mezclador (°C)
- Tiempo de reposo (min)
- Temperatura de entrada de la masa al pre-extrusor (°C)
- Temperatura de la boquilla del pre-extrusor (°C)
- Temperatura de la plancha del pre-extrusor (°C)
- Temperatura de la boquilla del extrusor (°C)
- Temperatura de la plancha del extrusor (°C)
- Velocidad del extrusor (rpm)
- Temperatura del túnel de frío
- Frecuencia del túnel de frío (Hz)
- Cantidad de reproceso agregado (kg)

iii. Se define los tipos de variables (referenciales o críticas).

De las variables mencionadas anteriormente se establece que el tiempo de mezclado es la única variable crítica, ya que determina la temperatura de la masa que entrará a la línea productiva. El resto de las variables son referenciales para el proceso ya que dependen de la variable crítica.

iv. Se realiza el procesamiento de los datos por medio de análisis estadístico. Se define rangos de control para cada variable.

La definición de los rangos se realizó mediante una inspección inicial y final de todos los parámetros que se controlan en el proceso para todas las variedades del producto y además pruebas industriales que avalen los resultados de la inspección final.

Inspección inicial del proceso (Anexo 4): En la Tabla 3 se presenta el resumen de la inspección del proceso antes de la implementación de *paso 5*. Se puede observar que el proceso está fuera de control ya que la mayoría de las variables tienen  $Pp < 0,67$  y  $Ppk < 1$ , lo que indica que el proceso se encuentra en estado de caos y requiere modificaciones.

Tabla 3: Resumen de la inspección inicial de parámetros de la línea 1.

VARIABLE	ESPECIFICACIÓN		GRÁFICO DE CONTROL				HISTOGRAMA	
	LIE	LSE	LI	LC	LS	SD	Pp	Ppk
Tiempo de Mezclado (min)	50	60	44,84	58,14	71,44	7,12	0,234	0,087
T° antes de Reposo (°C)	*51,5	*60	52,26	55,66	59,07	1,25	1,131	1,108
Tiempo de Reposo (min)	30	60	65,09	78,39	91,68	30,71	0,109	-0,200
T° Soga Entrada Pre-Extrusor (°C)	45	55	51,27	54,37	57,48	1,31	1,276	0,160
T° Boquilla Pre-Extrusor (°C)	44	54	43,62	50,32	57,02	3,27	0,153	0,033
T° Plancha Pre-Extrusor (°C)	40	50	34,97	42,28	49,59	2,80	0,417	0,324
T° Boquilla Extrusor (°C)	45	55	48,50	49,98	51,46	1,15	0,289	0,284
T° Plancha Extrusor (°C)	28	38	27,00	28,79	30,58	0,81	0,620	0,502
Frecuencia Extrusor (rpm)	12	20	9,50	14,69	19,88	1,80	0,556	0,128
T° Túnel de Frío (°C)	8	14	6,92	10,65	14,37	1,39	0,720	0,635
Frecuencia Cinta Túnel Frío (Hz)	32,2	32,9	28,46	31,74	35,02	1,69	0,069	-0,090

\*Sin especificación, se propuso para realizar el análisis estadístico.

En cuanto a la inspección de las variables de proceso, para cada una existían especificaciones, que según el análisis estadístico realizado mediante histogramas (Tabla 3 y Anexo 4), la mayoría de los límites se encontraban descentrados y casi todos los Pp y Ppk tenían un valor bajo 1, es decir que presentan bajos índices de rendimiento y capacidad de proceso. Además como se dijo anteriormente, esto manifiesta que el proceso se encuentra en estado de caos y requiere modificaciones. Entonces a través de los gráficos de control se encuentran los puntos que están fuera de los límites de control y si están sujetos a causas comunes, se eliminan; las variables fortuitas no se pueden eliminar. Luego, en otra etapa de análisis estadístico, la inspección final, se propuso nuevos límites de especificación para ajustar los rangos y obtener capacidades de proceso adecuadas (Tabla 4, Tabla 5 y Anexo 5).

Inspección final de proceso (Anexo 5): A continuación se presenta la Tabla 4 con el resumen de la inspección final del proceso de la zona de los mezcladores y la Tabla 5 con la inspección de la línea de producción. Los parámetros presentados son los que se utilizarán en la implementación de *paso 5*, para luego evaluar los resultados. Por otra parte, para esta línea se utilizan dos mezcladores y la empresa contaba con un mismo rango para ambos, por lo que detalló especificaciones para cada uno. Por otra parte, se obtuvo Pp y Ppk mayores a 1 esto quiere decir que todos los valores son adecuados pero requieren de un control estricto.

Tabla 4: Resumen inspección final de parámetros de mezcladores línea 1.

		TIEMPO MEZCLADO (min)		T° SALIDA MEZCLADOR (°C)		TIEMPO REPOSO (min)		T° ENTRADA EXTRUSOR (°C)	
		AMA 420 1001	AMA 420 1002	AMA 420 1001	AMA 420 1002	AMA 420 1001	AMA 420 1002	AMA 420 1001	AMA 420 1002
GRÁF. CONTROL	LI	48,75	48,79	51,91	52,52	42,39	36,61	51,48	49,32
	LC	56,56	58,01	55,79	55,40	75,64	73,85	54,77	54,17
	LS	64,36	67,24	59,68	58,28	108,88	111,08	58,06	59,02
HISTOGRAMA	Pp	1,05	1,07	1,20	1,22	1,07	1,14	1,04	1,11
	Ppk	1,05	1,07	1,15	1,12	1,05	1,06	1,03	1,09
	LIE	40	43	51	50	35	30	51,5	47
	LSE	73	73	61	60	105	125	58	61

A continuación se presenta la Tabla 5 con el resumen de la inspección final de la línea de producción.

Tabla 5: Resumen de la inspección final de parámetros de línea 1.

		PRE-EXTRUSOR		EXTRUSOR			TÚNEL DE FRÍO	
		T° BOQUILLA (°C)	T° PLANCHA (°C)	T° BOQUILLA (°C)	T° PLANCHA (°C)	FRECUENCIA (RPM)	T° (°C)	FRECUENCIA (HZ)
GRÁF. CONTROL	LI	49,90	37,40	48,50	27,00	9,50	7,12	28,37
	LC	51,46	41,58	49,98	28,79	14,69	10,57	31,72
	LS	53,02	45,76	51,46	30,58	19,88	14,02	35,07
HISTOGRAMA	Pp	1,14	1,12	1,16	1,14	1,07	1,08	1,08
	Ppk	1,12	1,10	1,15	1,12	1,06	1,04	1,04
	LIE	48,5	36	46	26	9	6,5	26
	LSE	54,5	47	54	31,5	20,5	15	37

Pruebas Industriales: Para este tipo de chicle se realizaron pruebas industriales para verificar los límites propuestos de las siguientes variables: tiempo de mezclado, tiempo de reposo y temperatura de la boquilla del extrusor. Sin duda, se hace necesario recalcar que por motivos de disponibilidad de la línea de producción y escasez de tiempo, no se pudo llevar a cabo con las pruebas necesarias para cada una de las variables, por lo que el resto del análisis estadístico corresponde a una propuesta de trabajo que debiera ser sujeta a otras pruebas.

A continuación se presentan las pruebas industriales del tiempo de mezclado, tiempo de reposo y boquilla del extrusor.

**Tabla 6:** Pruebas industriales línea 1, chicle sin azúcar.

<b>Prueba industrial: Tiempo de mezclado</b>		
Tiempo de mezclado (min)	N° de cortes en la sogá de chicle	Observaciones posteriores al mezclado
30	9	Masa seca, con grumos. Provocó problemas de variación de medida, corte de sogá en los rodillos y unidad corta.
40	0	Masa con buena elasticidad. Sin cortes de sogá en las envasadoras.
50	0	Masa con buena elasticidad. Sin cortes de sogá en las envasadoras.
60	0	Masa con buena elasticidad. Sin cortes de sogá en las envasadoras.
75	0	Masa con buena elasticidad. Sin cortes de sogá en las envasadoras.
<b>Prueba industrial: Tiempo de reposo</b>		
Tiempo de reposo (min)	N° de cortes en la sogá de chicle	Observaciones posteriores al reposo
20	3	Masa seca. Presentó problemas de variación de medida, productos con bajo peso y corte de sogá en rodillos.
30	0	Masa con buena elasticidad, sin cortes de sogá.
40	0	Masa con buena elasticidad, sin cortes de sogá.
90	0	Masa con buena elasticidad, sin cortes de sogá.
100	0	Masa con buena elasticidad, sin cortes de sogá.
<b>Prueba industrial: Temperatura de la boquilla del extrusor</b>		
T° boquilla extrusor (°C)	N° de cortes en la sogá de chicle	Observaciones
45	0	Masa con buena elasticidad, sin cortes de sogá.
56	0	Masa con buena elasticidad, sin cortes de sogá.

En el tiempo de mezclado se muestra el promedio de 7 pruebas por cada tiempo probado. Tal número de pruebas se justifica porque las condiciones de esta etapa definen las características de calidad del producto final (variable crítica). El objetivo de esta prueba fue constatar a partir de qué tiempo de mezclado la masa no tendría problemas en la línea de producción, y se determinó que a los 40 minutos la masa presentó una buena elasticidad y no provocó fallos de proceso por detenciones al no cortarse la soga. Este límite de tiempo coincide con el entregado en el análisis estadístico de la inspección final, por lo que se valida el límite inferior. Para el límite superior se propone 70 minutos, valor cercano al otorgado por el análisis de la inspección final ya que no presenta problemas y es un valor adecuado para la disponibilidad del mezclador.

En el caso de la prueba del tiempo de reposo, se establece que entre los 30 y 100 minutos no ocurren problemas de detenciones en la línea y es un rango coincidente por el análisis estadístico de la inspección final, por lo tanto se valida.

En cuanto a la prueba de la temperatura de la boquilla del extrusor, se observó que entre los 45 y 56 °C la masa presentó un buen comportamiento, por lo que se opta por proponer el rango del análisis estadístico 46-54°C (el límite inferior de la prueba indica que a partir de éste se puede plantear el rango).

Para el resto de las variables no se pudo efectuar las pruebas industriales, sin embargo con los límites propuestos se obtuvieron buenos resultados luego de la implementación.

v. Se definen medidas preventivas para controlar el proceso.

Para cada mezclador se generó una predicción en la que según el tiempo de mezclado se puede predecir la temperatura a la que la masa sale del mezclador y a la que entra al extrusor. Esto puede servir como control visual en la zona de los mezcladores, lo que puede ser de gran utilidad para prevenir problemas ya que el tiempo de mezclado es la variable crítica del proceso (Anexo 6). Además se genera otra medida preventiva que corresponde al orden de adición de los ingredientes, que se situaría como control visual en la zona de los mezcladores (Anexo 7).

Lo mencionado anteriormente se realiza a modo de incorporar el concepto de inspección temprana, concepto que hace referencia a la prevención, se definieron las medidas preventivas mencionadas para controlar el proceso además de los límites propuestos anteriormente. Los dos controles visuales (estándares) que se generaron en la zona de los mezcladores son para facilitar la tarea de los autónomos en la etapa de fabricación, que es una de las más significativas y que se encuentra la variable crítica del tiempo de mezclado. El primer estándar se generó mediante análisis de regresión simple, en el que se llegó a dos ecuaciones matemáticas que relacionan dos variables del mezclado: el tiempo de mezclado con la temperatura a la que la masa sale del mezclador y el tiempo de mezclado con la temperatura a la que entra al extrusor, de esta forma se puede predecir el tiempo necesario para que la masa recorra la línea con la temperatura adecuada (Ejemplo en el Anexo 6).

El otro estándar corresponde al orden de adición de los ingredientes que se realizó según bibliografía (Cafosa, 2010) e inspección visual al momento de la preparación de las masas. En el Anexo 7 se presentó un ejemplo.

vi. Se deben generar estándares del proceso.

Según la inspección del proceso final a través del análisis estadístico con el programa SPAC Fuera de Línea y las pruebas industriales, se propusieron los siguientes parámetros para la implementación de *paso 5* (Tabla 7). En general se propusieron los valores que entregaba el histograma ya que éste indica que las capacidades y rendimientos del proceso son adecuadas.

Tabla 7: Inspección final, pruebas industriales y límites propuestos para cada variable.

ETAPA PROCESO		INSPECCIÓN FINAL		PRUEBAS INDUSTRIALES	LÍMITES PROPUESTOS
		GRAFICO DE CONTROL	HISTOGRAMA		
TIEMPO DE MEZCLADO (min)	AMA 420 1001	49 – 64	40 – 73	40 – 75	40 – 73
	AMA 420 1002	49 – 67	43 – 73	40 – 75	43 - 73
T° SALIDA MEZCLADOR (°C)	AMA 420 1001	52 – 60	51 - 61	-	51 – 61
	AMA 420 1002	53 – 58	50 – 60	-	50 - 60
TIEMPO REPOSO (min)	AMA 420 1001	42 – 109	35 – 105	30 – 105	35 – 105
	AMA 420 1002	37 – 111	30 - 125	30 - 105	30 - 125
T° ENTRADA AL PRE EXTRUSOR (°C)	AMA 420 1001	51 – 58	52 – 58	-	52 – 58
	AMA 420 1002	49 - 59	47 - 61	-	47 - 61
T° BOQUILLA PRE EXTRUSOR (°C)		50 – 53	49 – 55	-	49 – 55
T° PLANCHA PRE EXTRUSOR (°C)		37 - 46	36 – 47	-	36 – 47
T° BOQUILLA EXTRUSOR (°C)		49 – 51	46 – 54	45 – 56	46 - 54
T° PLANCHA EXTRUSOR (°C)		27 – 31	26 – 32	-	26 – 32
FRECUENCIA RODILLOS EXTRUSOR (rpm)		9,5 – 20	9 – 20	-	9 – 20
T° TUNEL (°C)		7 – 14	6,5 – 15	-	6,5 – 15
FRECUENCIA TUNEL (Hz)		28 – 35	26 - 37	-	26 - 37

Además se presenta la Tabla 8, que contiene la comparación de los estándares actuales y los obtenidos por *paso 5*.

En la comparación se observa que para el tiempo de mezclado se ampliaron los rangos; se agregó la especificación de la temperatura a la salida del mezclador; en el tiempo de reposo se amplió el límite superior, que es lo que realmente ocurría en la zona de producción; la temperatura a la entrada del pre-extrusor y la temperatura de la boquilla permanecieron similares, al igual que la temperatura de la plancha del pre-extrusor; las temperaturas de la boquilla y la plancha del extrusor también permanecieron similares; en la frecuencia de los rodillos del extrusor se amplió el rango inferior; los rangos de la temperatura del túnel de frío se ampliaron; y finalmente, en la frecuencia de la cinta del túnel se amplió el rango ya que era muy estrecho.

Tabla 8: Comparación de estándares de proceso antes de la implementación y los generados por *paso*

5.

ETAPA PROCESO	PARÁMETROS LÍNEA 1		
	ACTUALES	ESTUDIO PASO 5	
TIEMPO DE MEZCLADO (min)	50 – 60	AMA 420 1001	40 – 73
		AMA 420 1002	43 – 73
T° SALIDA MEZCLADOR (°C)	S/E	AMA 420 1001	51 – 61
		AMA 420 1002	50 – 60
TIEMPO REPOSO (min)	30 – 60	AMA 420 1001	35 – 105
		AMA 420 1002	30 – 125
T° ENTRADA AL PRE EXTRUSOR (°C)	45 – 55	AMA 420 1001	52 – 58
		AMA 420 1002	47 – 61
T° BOQUILLA PRE EXTRUSOR (°C)	44 – 54	49 – 55	
T° PLANCHA PRE EXTRUSOR (°C)	40 – 50	36 – 47	
T° BOQUILLA EXTRUSOR (°C)	45 – 55	46 – 54	
T° PLANCHA EXTRUSOR (°C)	28 – 38	26 – 32	
FRECUENCIA RODILLOS EXTRUSOR (rpm)	12 – 20	9 – 20	
T° TUNEL (°C)	8 – 14	6,5 – 15	
FRECUENCIA TUNEL (Hz)	32,2 – 32,9	26 – 37	

\*S/E: Sin especificación

e. Capacitación: Aprobación del material, programación y ejecución de la capacitación.

Se utilizó el manual de proceso confeccionado, que debía ser de fácil comprensión y estar aprobado para su difusión. Luego el ingeniero de procesos ejecutó la capacitación a los tres turnos de la línea, aproximadamente 13 personas por turno, en la que se revisaron conceptos teóricos sobre materias primas, proceso, detección de anomalías entre otras cosas.

#### 4.1.2. Validación de la implementación de paso 5

Luego de dos meses de realizar la inspección final y los cambios en los parámetros, se calcularon los índices de proceso de este año, para compararlos con los del año anterior para verificar los efectos deseados por la implementación de *paso 5* y lo planteado por la hipótesis de esta memoria en cuanto a reducción de pérdidas en la fabricación de chicle. En el Anexo 12 se presentaron los gráficos con cada uno de los índices expuestos a continuación pero del año 2010.

Según *paso 5*, la validación de la implementación será efectiva si cumple con el objetivo propuesto de reducir los defectos de calidad y los fallos de proceso, por lo tanto se debe verificar la efectividad de la implementación a través de los resultados (productos no conformes, reproceso, decomiso, fallos de proceso y cero accidentes).

Lo expuesto anteriormente queda de manifiesto en lo siguiente. Se evaluó la implementación a través de la reducción en los defectos de calidad: productos no conformes (Figura 9); reducción en los fallos de proceso (Figura 10) y los motivos de fallos de proceso al departamento con mayor incidencia que corresponde al de calidad (Figura 11); la reducción en la “variación de medida” (Figura 12); además en índices de seguridad: accidentes, que en este caso no han ocurrido; y la reducción en la cantidad de reproceso, decomiso, desvío de peso y scrap (Tabla 9). A continuación se presenta la reducción de cada uno de estos índices, sin embargo los resultados después de la implementación de *paso 5*, a fines del año 2010, se encuentran en el Anexo 12.

Reducción de productos no conformes: En la Figura 9 se graficó la reducción que se produjo después de la implementación de *paso 5* para los productos no conformes para la línea 1. La reducción después de la implementación fue de un 57 %.



Figura 9: Reducción en la cantidad de productos no conformes correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, entre el año 2009 y 2010.

Reducción de fallos de proceso: Además se observó que se produjo la reducción del número total de fallos (Figura 10) después de la implementación de *paso 5*. La reducción después de la implementación fue de un 54 %.

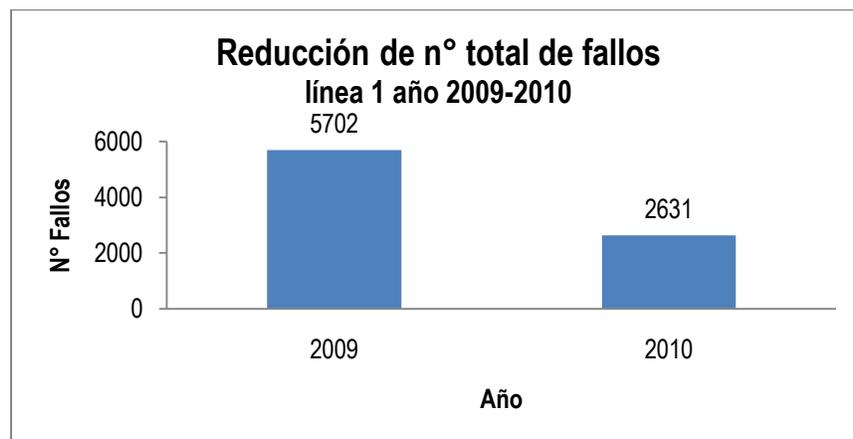


Figura 10: Reducción en la cantidad total de fallos de proceso (detenciones) por departamento correspondientes a la línea 1, chicle sin azúcar, entre los años 2009 - 2010.

Reducción de fallos de proceso asociados al departamento de calidad: Se observó que se ocasionó una reducción después de la implementación de *paso 5* en los fallos de proceso en el departamento con mayor cantidad de fallos. La reducción después de la implementación fue de un 68 %.

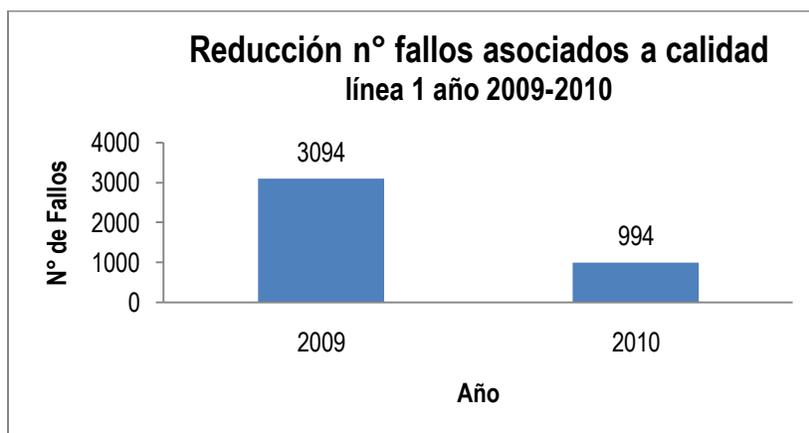


Figura 11: Reducción en la cantidad total de fallos de proceso del departamento de calidad correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, entre los años 2009 - 2010.

Reducción de variación de medida: Además, en el departamento de calidad el motivo más frecuente de fallo era la "variación de medida", el cual también presentó una reducción luego de la implementación y se muestra a continuación. La reducción después de la implementación fue de un 13 %.

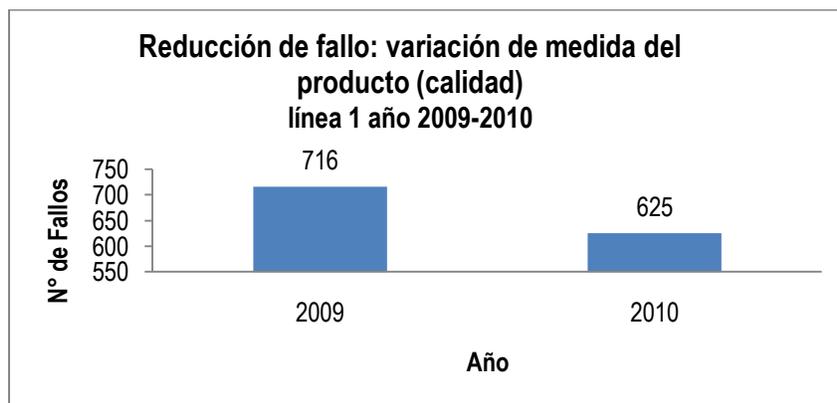


Figura 12: Reducción en la cantidad de fallos por variación de medida asociados al departamento de calidad correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, entre los años 2009 - 2010.

### Cantidad de reclamos y accidentes

En el año 2009, antes de la implementación, existían 25 reclamos de clientes en el área del chicle de los cuales 11 correspondían a la línea 1. Luego de la implementación, en el año 2010 se da cuenta que no existen reclamos para esta línea. Por otra parte, la cantidad de accidentes no presenta variaciones durante todo el año 2009 y en el año 2010 se mantuvo en cero.

### Scrap, decomiso, reproceso y desvío de peso

A continuación se presentan los valores correspondientes a la línea 1 antes (2009) y después de la implementación (2010). En la Tabla 9 se observa que disminuyeron los porcentajes de reproceso, decomiso y scrap: el reproceso disminuyó en un 48 %, el decomiso en un 25 % y el scrap en un 27 %. Sin embargo se observó un aumento en el desvío de peso en un 60 %; esto se explica debido a que en esta línea se incorporó un nuevo formato para los productos y se generaron muchos ajustes para lograr el peso especificado.

Tabla 9: Defectos de calidad de la línea 1, chicle sin azúcar, para 2009-2010.

<b>Indicador de Proceso</b>	<b>Porcentaje Año 2009 (%)</b>	<b>Porcentaje Año 2010 (%)</b>
Reproceso	2,30	1,20
Decomiso	0,40	0,39
Desvío de Peso	1,00	1,60
Scrap	3,30	2,40

#### **4.1.3. Auditoría de paso 5**

En esta etapa la autoridad competente revisa, examina y evalúa los resultados de la gestión de paso 5. Los resultados se deben verificar al menos dos meses después de la aprobación de la auditoría. Las autoridades que auditan corresponden a representantes de los pilares de TPM, que corresponden a: mantenimiento autónomo, procesos, mantenimiento planificado, calidad, MAHPI y, capacitación y entrenamiento.

Al momento de redacción de esta memoria no se había realizado la auditoría de este paso, por lo que se presentan las preguntas que se realizarán para evaluarlo en el Anexo 8.

## 4.2. Línea 2: Chicle hinchable con azúcar

### 4.2.1. Implementación de paso 5

Siguiendo el esquema propuesto por *paso 5*, se establece la implementación por etapas.

#### a. Definir los sistemas

- i. Establecer lay out: Se establece el diagrama del proceso estudiado.

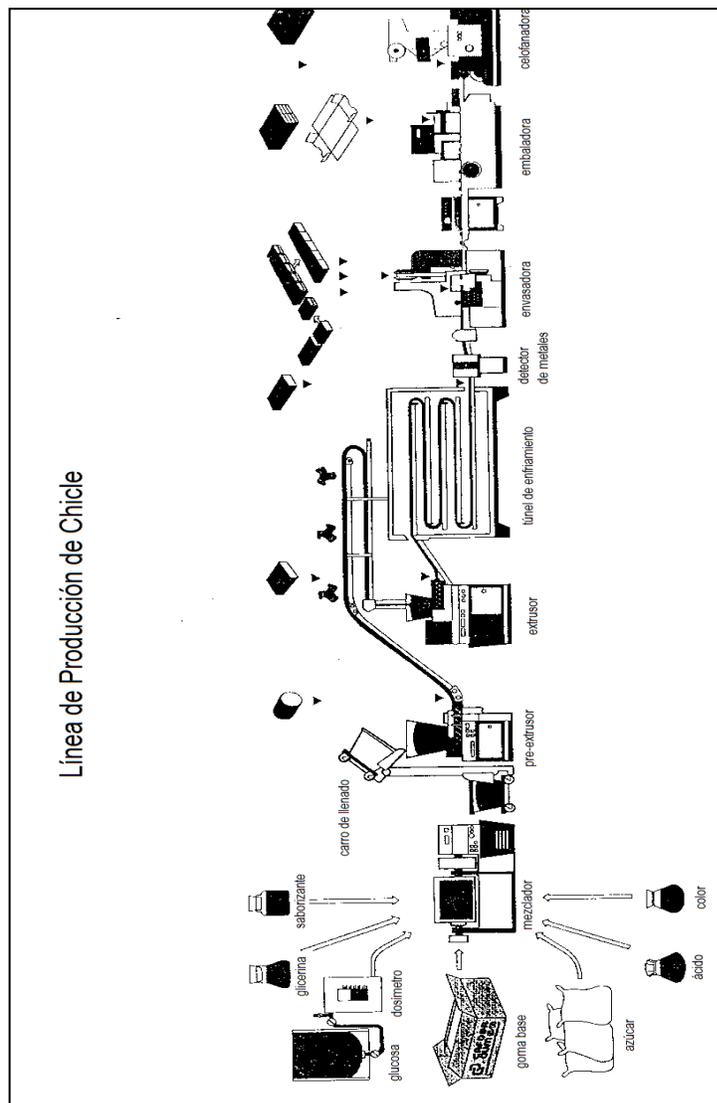


Figura 13: Diagrama de producción de chicle con azúcar.

ii. Identificar las etapas del proceso

A continuación se presenta el diagrama bloques para la línea 2, chicle con azúcar en el cual se identifican las etapas del proceso.

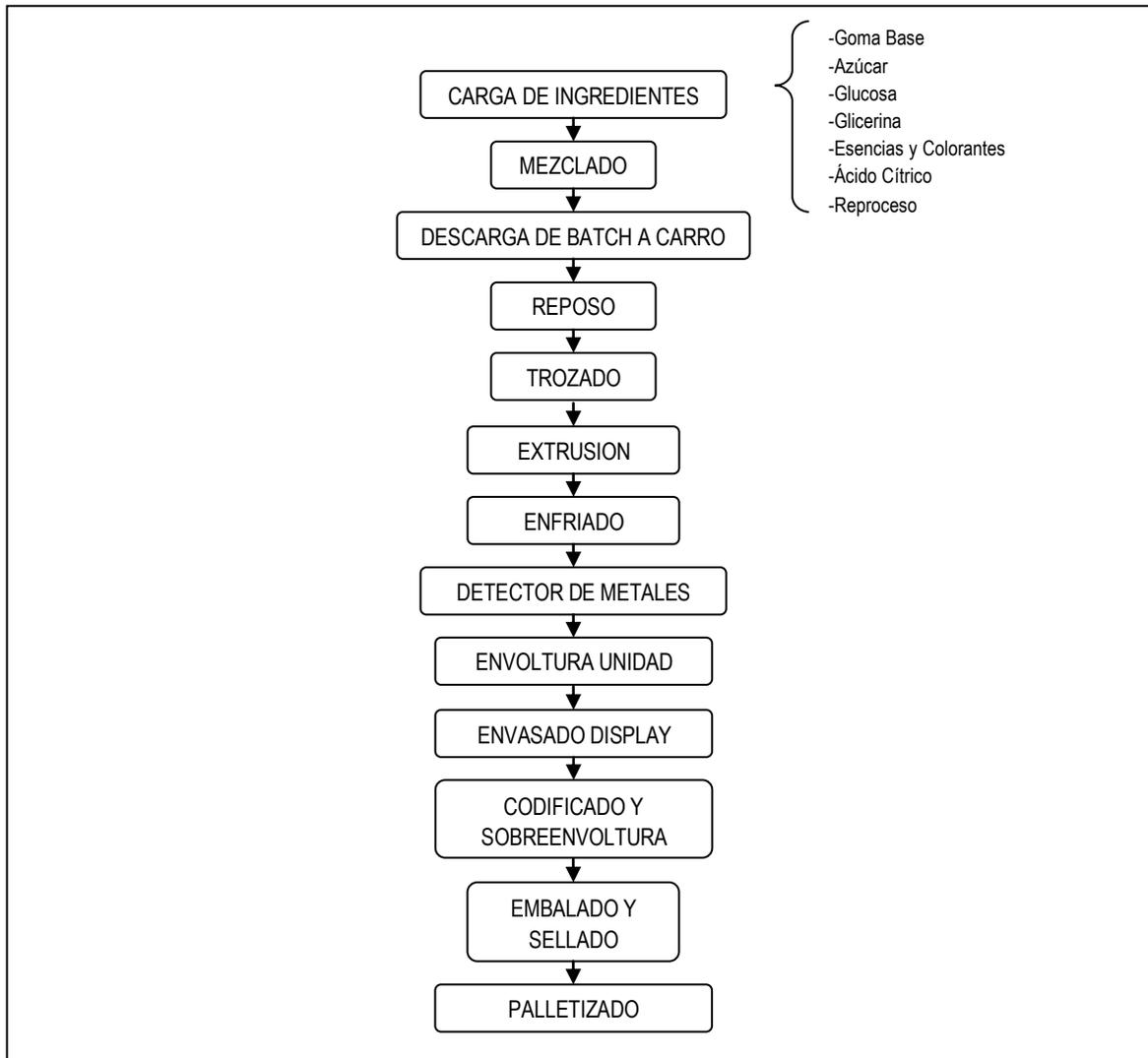


Figura 14: Diagrama de bloques de chicle con azúcar.

b. Priorizar y relacionar los fallos de proceso con las etapas del proceso.

- i. Criterios de priorización: Para realizar la priorización se deben conocer los valores de los índices de proceso y defectos de calidad antes de la implementación de *paso 5*, para que luego de ésta se verifique la reducción de cada uno de estos índices.

Productos no conformes: Se determinó la cantidad de productos no conformes para la línea 2, en un período antes de la implementación de *paso 5*. En la Figura 15 se observa claramente que la mayor cantidad corresponde a envasado defectuoso (78 % de los productos no conformes, Anexo 2), el cual es un defecto de calidad que no está directamente relacionado con el proceso. La no conformidad problema de peso (4 % de los no conformes, Anexo 2) constituye un defecto relacionado con el proceso y que es causado por la variación de medida, fallo de proceso que se refleja su estadística en la Figura 17. Los porcentajes de productos no conformes para esta línea se encuentran en el Anexo 2.



Figura 15: Cantidad de productos no conformes correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar, del año 2009.

Fallos de proceso: Se determinó la cantidad de fallos de proceso de la línea 2 por departamento, en el año 2009 desde enero a noviembre antes de la implementación de *paso 5*. En estos se aprecia que el departamento con mayor cantidad de fallos es el de producción (45 % de los fallos), lo sigue el de limpieza y en tercer lugar, el de calidad (23 % de los fallos). Este último se analizó posteriormente, ya que es el que contiene las causas que afectan

directamente el proceso y que interesan para este estudio. Los porcentajes de fallos de proceso para esta línea se encuentran graficados en el Anexo 2.

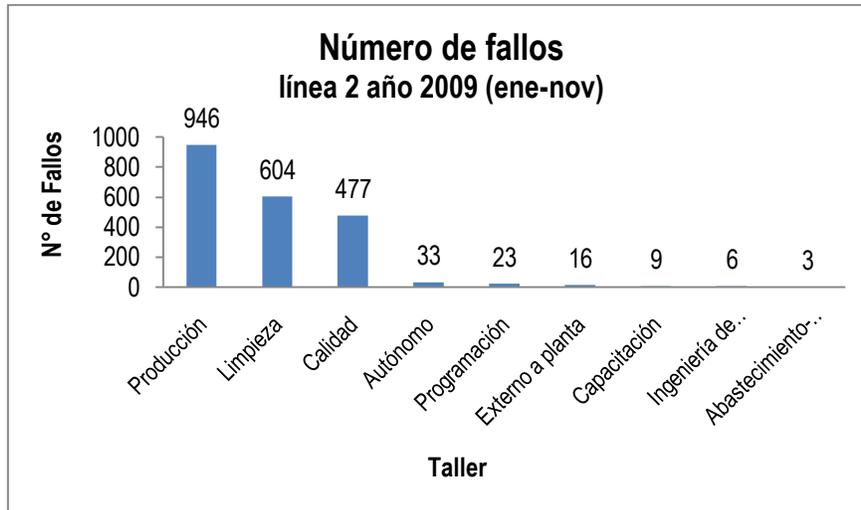


Figura 16: Cantidad de fallos de proceso por departamento correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar, del año 2009.

Fallos asociados al departamento de calidad: Se determinó las causas asociadas al taller de calidad, el cual contiene causas asociadas al proceso. Se observa que el fallo de proceso más recurrente es la “variación de medida” de las sogas de chicle (44 % de los fallos, Anexo 2) Los porcentajes de los fallos asociados al departamento de calidad se encuentran graficados en el Anexo 2.

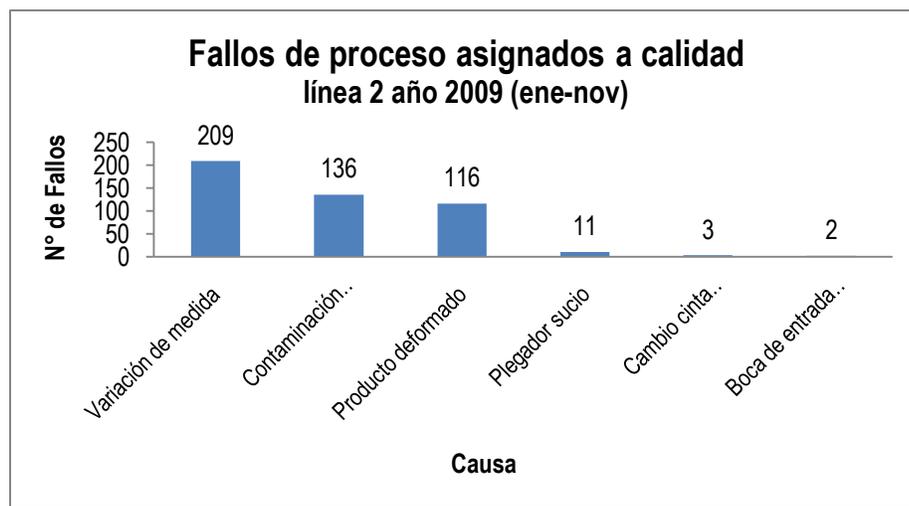


Figura 17: Cantidad de causas de fallos asignadas al departamento calidad correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar, del año 2009.

ii. Relación con las etapas del proceso

Descripción del problema: Según la priorización de los fallos de proceso, la mayor indisponibilidad de la línea de producción está ocasionada por la “variación de medida” de las sogas de chicle, que está generada por la formación de burbujas en la soga antes, al interior o a la salida del túnel. Estas burbujas se atribuyen al tipo de goma más blanda que le da la característica hinchable al chicle con el cual se obtiene un producto con mayor facilidad de hacer globos que el chicle masticable. Este tipo de goma presenta problemas porque es incompatible con el ácido que se utiliza en las variedades frutales para acentuar el sabor. Por lo demás se observó inconvenientes en la alimentación del extrusor, el cual se debe mantener en constante alimentación de masa ya que al discontinuarla se acentúa la producción de burbujas. Las burbujas en la soga al pasar por la línea de producción, constituyen un problema, porque generan cortes de las sogas al interior o la salida del túnel de frío o en los rodillos de las máquinas envasadoras. La cámara de aire al interior de las burbujas debilita la firmeza de la soga y se produce el corte en esta zona, esto trae como consecuencias la indisponibilidad de la línea y la soga que logra pasar por la máquina envasadora de corte y envoltura impide que se obtengan pesos uniformes del producto final (“unidad corta”) ya que los trozos con cámara de aire consiguen pesos inferiores a lo requerido. Estos problemas son traspasados al consumidor y recepcionados nuevamente por la empresa como un reclamo de clientes. A continuación se muestra el gráfico de reclamos del área de chicle en el año 2009. Se aprecia que la segunda causa mayor de reclamos es la” unidad corta”. De estos 25 reclamos en el área del chicle, sólo 1 corresponde a la línea 2.

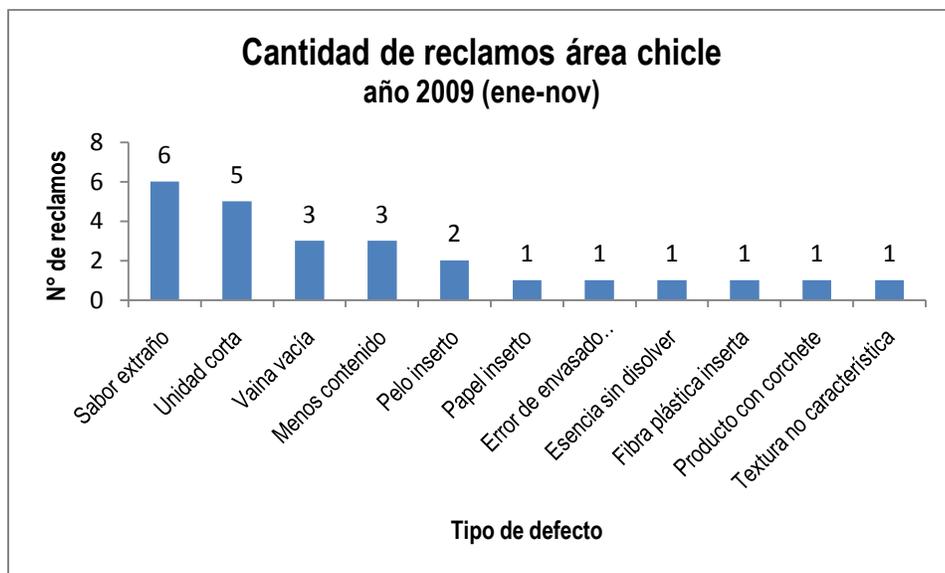


Figura 18: Gráfico de reclamos de clientes correspondientes al área de chicles en el año 2009.

### Accidentes

Por otra parte, la cantidad de accidentes no presenta un problema ya que en ambas líneas, durante todo el año 2009 fue cero.

### Reproceso, decomiso, desvío de peso y scrap

A continuación se presentan los valores correspondientes a la línea 2 para el año 2009, los cuales se pretenden disminuir con *paso 5*.

Tabla 10: Defectos de calidad de la línea 2, chicle con azúcar, para el año 2009.

Indicador de Proceso	Porcentaje (%)
Reproceso	0,3
Decomiso	0,25
Desvío de Peso	0,7
Scrap	0,9

En la Figura 19 se muestra relación de los fallos con las etapas de proceso que resultaron como etapas más significativas. Según este criterio se encontraron las siguientes etapas: el mezclado, el reposo, la extrusión y el enfriado. En las etapas de mezclado y reposo se producen problemas como masa seca, húmeda y/o con grumos; en la etapa de extrusión ocurre que se producen sogas con “variación de medida” y a diferencia del chicle sin azúcar, sogas

con burbujas; en la etapa de enfriado se producen problemas tales como sogas blandas, duras, “variación de medida” y con burbujas. Como se explicó anteriormente, se atribuye estas burbujas al tipo de goma, que presenta problemas porque es incompatible con el ácido que se utiliza en las variedades frutales para acentuar el sabor. Las burbujas en la sogas al pasar por la línea de producción generan cortes de las sogas al interior o la salida del túnel de frío o en los rodillos de las máquinas envasadoras. La cámara de aire al interior de las burbujas debilita la firmeza de la sogas y se produce el corte en esta zona, esto trae como consecuencias variaciones de peso en el producto final.

A continuación se presenta la identificación de fallos en el diagrama de bloques línea 2, chicle con azúcar.

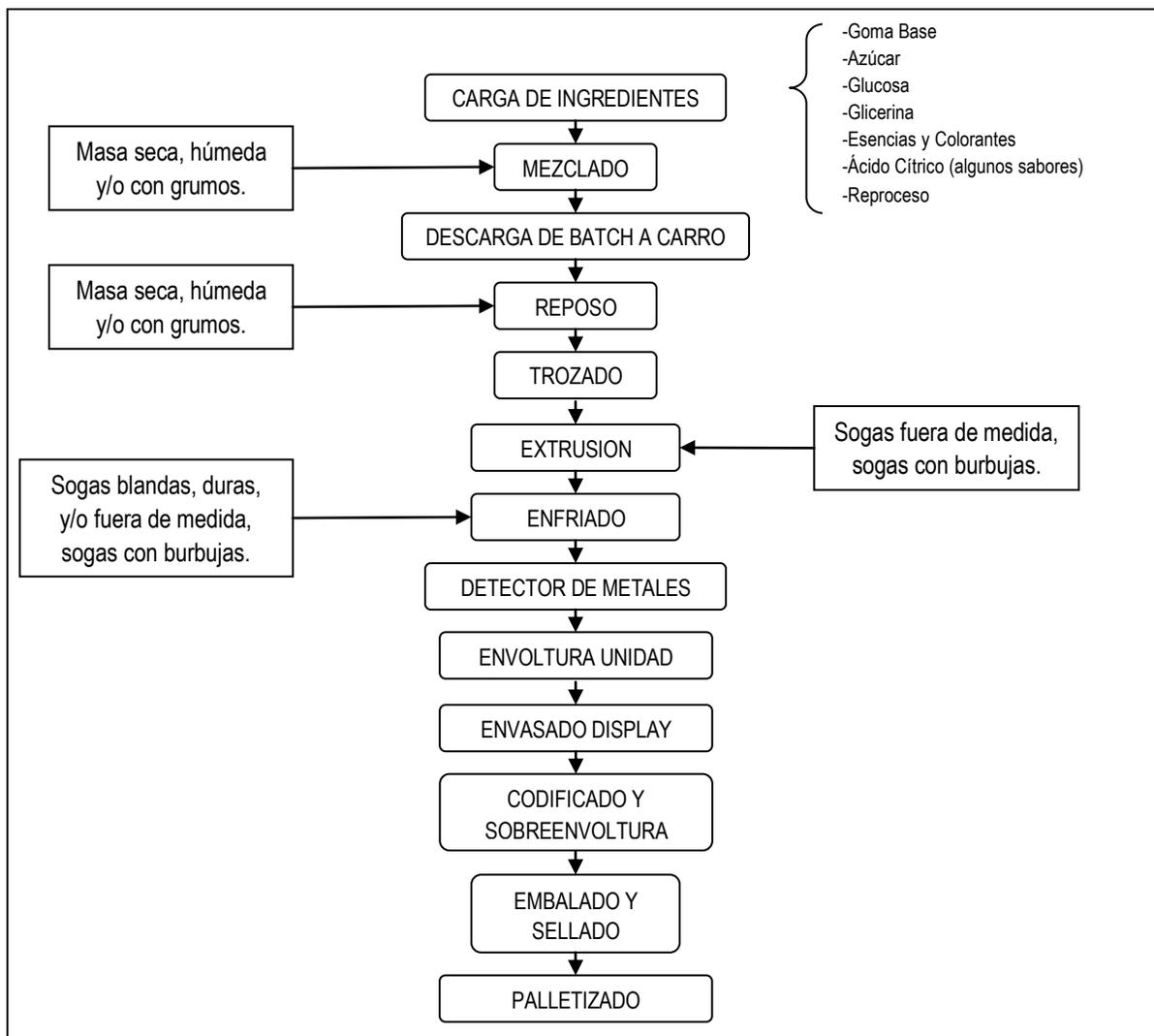


Figura 19: Relación de los fallos con las etapas del proceso para chicle con azúcar, línea 2.

c. Confeccionar manuales de procesos y capacitación

En esta línea de producción de chicle con azúcar se realizó un manual de proceso y capacitación que contenían las etapas de *paso 5*: lay out, diagrama de bloques, productos no conformes, fallos de proceso, reclamos, identificación de etapas con mayores fallos, inspección de proceso, generación de estándares de proceso y controles visuales; además las materias primas del chicle con azúcar y su tecnología de procesamiento.

d. Inspección general del proceso

- i. Se realiza un esquema del proceso seleccionado (estructura interna).

Análisis de modos y efectos de fallos (FMEA): Se realizó un esquema de inspección general del proceso. Para esto se realiza una tabla FMEA que genera puntos de chequeo y acciones correctivas. Se tabuló la parte o proceso, modos de fallos (formas en que el proceso puede fallar), efectos de la falla, causas por las que se produce la falla, controles, ítems a controlar, método, frecuencia de control y por último, tareas correctivas y/o preventivas (Anexo 3). Para esta línea las etapas seleccionadas en la FMEA son el mezclado, la homogenización (extrusor, no se utiliza pre-extrusor en esta configuración) y el enfriamiento (túnel de frío).

- ii. Se seleccionan las variables a estudiar y se realiza la recopilación de los datos.

En el proceso se manejan los siguientes parámetros:

- Orden de adición de los ingredientes
- Tiempo de mezclado (min)
- Temperatura de la masa a la salida del mezclador (°C)
- Tiempo de reposo (min)
- Temperatura de la boquilla del extrusor (°C)
- Temperatura de la plancha del extrusor (°C)
- Temperatura calefacción boquilla (°C)
- Frecuencia del extrusor (Hz)
- Temperatura de sogá en salida extrusor (°C)
- Temperatura del túnel de frío (°C)
- Frecuencia de la cinta del túnel de frío (Hz)

- Temperatura de sogá en salida del túnel (°C)

iii. Se define los tipos de variables (referenciales o críticas).

De las variables mencionadas anteriormente se establece que el tiempo de mezclado es la única variable crítica, ya que determina la temperatura de la masa que entrará a la línea productiva. El resto de las variables son referenciales para el proceso ya que dependen de la variable crítica.

iv. Se realiza el procesamiento de los datos por medio de análisis estadístico: análisis numérico y estadística descriptiva. Se define rangos de control para cada variable.

La definición de los rangos se realiza mediante una inspección inicial y final de todos los parámetros que se controlan en el proceso para todas las variedades del producto y además pruebas industriales que avalen los resultados de la inspección final.

Inspección inicial del proceso (Anexo 9): A continuación se presenta la Tabla 11 que contiene el resumen de la inspección del proceso antes de la implementación de *paso 5*. Se puede observar que el proceso está fuera de control ya que la mayoría de las variables tienen  $Pp < 0,67$  y  $Ppk < 1$ , lo que indica que el proceso se encuentra en estado de caos y requiere modificaciones.

Tabla 11: Resumen de la inspección inicial de parámetros de la línea 2.

VARIABLE	ESPECIFICACIÓN		GRÁFICO DE CONTROL				HISTOGRAMA	
	LIE	LSE	LI	LC	LS	SD	Pp	Ppk
Tiempo de Mezclado (min)	8	12	7,7	15,1	22,6	3,1	0,215	-0,338
T° antes de Reposo (°C)	*30	*55	38,3	43,5	48,7	4,1	1,005	0,923
Tiempo de Reposo (min)	40	60	4,9	27,5	50,1	11,6	0,287	-0,358
T° Soga Entrada Extrusor (°C)	35	45	37,4	42,9	48,4	4,1	0,402	0,171
T° Boquilla Extrusor (°C)	50	60	55,5	57,3	59,2	2,0	0,815	0,438
T° Plancha Extrusor (°C)	20	30	23,5	26,0	28,5	2,2	0,754	0,599
T° Calef. Boquilla Extrusor (°C)	*63	*70	64,9	66,5	68,0	1,0	1,140	1,133
Frecuencia Extrusor (rpm)	45	55	45,1	49,5	54,0	5,0	0,331	0,299
T° Soga Salida Extrusor (°C)	*35	*55	40,7	46,0	51,3	4,0	0,830	0,746
T° Túnel de Frío (°C)	3,5	4,5	2,8	4,6	6,3	1,0	0,172	-0,018
Frecuencia Cinta Túnel Frío (Hz)	40	45	40,1	42,0	43,9	1,2	0,677	0,537
T° Soga Salida Túnel (°C)	*15	*32	19,1	23,9	28,7	2,4	1,174	1,118

\*Sin especificación, se propuso para realizar el análisis estadístico.

En cuanto a la inspección inicial de las variables de proceso, para cada una existían especificaciones de rangos, que según análisis estadístico realizado mediante gráficos de control e histogramas (Tabla 11 y Anexo 9), la mayoría de los límites se encontraban descentrados y casi todos los Pp y Ppk tenían un valor inferior a 1, es decir que presentaban bajos índices de rendimiento y capacidad de proceso. Entonces a través de los gráficos de control se encuentran los puntos que están fuera de los límites de control y si están sujetos a causas comunes, se eliminan; las variables fortuitas no se pueden eliminar. Luego, en otra etapa de análisis estadístico, la inspección final, se propuso nuevos límites de especificación para ajustar los rangos y obtener capacidades de proceso adecuadas (Tabla 12, Tabla 13 y Anexo 10).

Inspección final de proceso (Anexo 10): A continuación se presentan las Tabla 12 con el resumen de la inspección final del proceso de la zona de los mezcladores y la Tabla 13 con la inspección de la línea de producción. Los parámetros presentados son los que se utilizarán en la implementación de *paso 5*, para luego evaluar los resultados. Por otra parte, se obtuvo Pp y Ppk mayores a 1 esto quiere decir que todos los valores son adecuados pero requieren de un control estricto.

Tabla 12: Resumen inspección final de parámetros de mezcladores línea 2.

		TIEMPO MEZCLADO (min)	T° SALIDA MEZCLADOR (°C)	TIEMPO REPOSO (min)	T° ENTRADA EXTRUSOR (°C)
		AMA 7DZ 1001	AMA 7DZ 1001	AMA 7DZ 1001	AMA 7DZ 1001
GRÁF. CONTROL	LI	10,9	40,9	9,0	41,9
	LC	14,0	45,1	33,4	44,0
	LS	17,1	49,4	57,9	46,1
HISTOGRAMA	Pp	1,339	1,244	1,138	1,116
	Ppk	1,339	1,219	1,067	1,115
	LIE	8,0	38,0	10,0	40,0
	LSE	20,0	52,0	60,0	48,0

Tabla 13: Resumen inspección final de parámetros de línea 2.

		EXTRUSOR					TÚNEL		
		T° BOQUILLA (°C)	T° PLANCHA (°C)	T° CALEF. BOQUILLA (°C)	FRECUENCIA (HZ)	T° SALIDA EXTRUSOR (°C)	T° (°C)	FRECUENCIA (HZ)	T° SALIDA TUNEL (°C)
GRÁF. CONTROL	LI	54,6	25,7	65,2	46,4	41,7	3,5	39,6	19,8
	LC	57,1	26,4	66,6	47,6	44,4	4,2	42,0	24,2
	LS	59,6	27,0	68,1	48,7	47,0	5,0	44,4	28,6
HISTOGRAMA	Pp	1,216	1,696	1,328	1,102	1,210	1,229	1,098	1,267
	Ppk	1,195	1,569	1,281	1,076	1,174	1,221	1,085	1,232
	LIE	50,0	25,0	63,0	45,0	40,0	3,0	38,0	17,0
	LSE	64,0	28,0	70,0	50,0	49,0	5,5	46,0	31,0

Pruebas Industriales: Para este tipo de chicle se realizaron las siguientes pruebas industriales con el fin de verificar los límites propuestos de las variables: tiempo de mezclado y tiempo de reposo. Sin duda, se hace necesario recalcar que por motivos de disponibilidad de la línea de producción y escasez de tiempo, no se pudo llevar a cabo con las pruebas necesarias para cada una de las variables, por lo que el resto del análisis estadístico corresponde a una propuesta de trabajo que debiera ser sujeta a otras pruebas.

A continuación se presentan las pruebas industriales del tiempo de mezclado y tiempo de reposo.

Tabla 14: Pruebas industriales línea 2, chicle con azúcar.

<b>Prueba industrial: Tiempo de mezclado</b>		
Tiempo de mezclado (min)	N° de cortes en la sogá de chicle	Observaciones posteriores al mezclado
7	6	Masa seca, con grumos. Provocó problemas de variación de medida y corte de sogá en los rodillos.
8	0	Masa con buena elasticidad. Sin cortes de sogá en las envasadoras.
11	0	Masa con buena elasticidad. Sin cortes de sogá en las envasadoras.
15	0	Masa con buena elasticidad. Sin cortes de sogá en las envasadoras.
20	0	Masa con buena elasticidad. Sin cortes de sogá en las envasadoras.
22	0	Masa con menor elasticidad. Sin cortes de sogá en las envasadoras. Problema de sobremezclado.
<b>Prueba industrial: Tiempo de reposo</b>		
Tiempo de reposo (min)	N° de cortes en la sogá de chicle	Observaciones posteriores al reposo
10	0	Masa con buena elasticidad, sin cortes de sogá.
20	0	Masa con buena elasticidad, sin cortes de sogá.
50	0	Masa con buena elasticidad, sin cortes de sogá.
60	0	Masa con buena elasticidad, sin cortes de sogá.
70	2	Masa con menor elasticidad, comienzan problemas de variación de medida y cortes de sogá en las envasadoras.

La prueba tiempo de mezclado es fundamental porque las condiciones de esta etapa definen las características de calidad del producto final. El objetivo de esta prueba fue constatar a partir de qué tiempo de mezclado, la masa no tendría problemas en la línea de producción, y se determinó que a los 8 minutos la masa presentó una buena elasticidad y no provocó fallos de proceso por detenciones al no cortarse la sogá. A los 7 minutos de mezclado se presentaban problemas de solubilidad en la mezcla y presentaba como consecuencias luego del paso por las boquillas, el corte de la sogá en el túnel y en los rodillos de las máquinas envasadoras. Este límite de tiempo coincide con el entregado en el análisis estadístico de la inspección final, por lo que se valida el límite inferior. Para el límite superior se propuso 20 minutos, valor coincidente

al otorgado por el análisis de la inspección final ya que no presenta problemas y es un valor adecuado para la disponibilidad del mezclador. Con tiempos de mezclado superiores a 20 minutos se provocó el sobremezclado de los ingredientes, fenómeno descrito por Belmar (2010) para el chicle con azúcar que establece: “al mezclar mayor tiempo de lo necesario, se producen problemas, sobre los 20 minutos del tiempo de mezclado disminuye el estiramiento de la masa y con 10 minutos o más, aumenta la dureza 20 veces”.

En el caso de la prueba de tiempo de reposo, se establece que entre los 10 y 60 minutos no ocurren problemas de detenciones en la línea y es un rango coincidente por el análisis estadístico de la inspección final, por lo tanto se valida. Con tiempos de reposo superiores a 1 hora, se observó que la temperatura de la masa disminuye más de lo adecuado, que corresponde entre 40 – 48 °C, y se produce la variación de medida. Esto porque los 200 kg de masa están en un carro de reposo a temperatura ambiente y la temperatura superficial de la masa comienza a tener mayor diferencia y no es homogénea con la temperatura de su interior.

Para el resto de las variables no se pudo efectuar las pruebas industriales, sin embargo con los límites propuestos se obtuvieron buenos resultados luego de la implementación.

- v. Se definen medidas preventivas para controlar el proceso.

En este caso no se pudo generar una regresión para efectuar la predicción como en la línea 1, ya que la relación entre las dos variables presentaba baja correlación, por lo que se recomienda seguir los parámetros posteriormente recomendados. Sin embargo, se generó otra medida preventiva que corresponde al orden de adición de los ingredientes y tiempo de preparación, que se situaría como control visual en la zona de los mezcladores. En el Anexo 11 se presentó un ejemplo.

- vi. Se deben generar estándares del proceso.

Según la inspección final del proceso a través del análisis estadístico con el programa SPAC Fuera de Línea y las pruebas industriales, se propusieron los siguientes parámetros para la

implementación de *paso 5* (Tabla 15). En general se propusieron los valores que entregaba el histograma ya que éste indica que las capacidades del proceso son adecuadas.

Tabla 15: Inspección final, pruebas industriales y límites propuestos para cada variable.

ETAPA PROCESO	INSPECCIÓN FINAL		PRUEBAS INDUSTRIALES	LÍMITES PROPUESTOS
	GRAFICO DE CONTROL	HISTOGRAMA		
TIEMPO DE MEZCLADO (min)	11 – 17	8 – 20	8 – 20	8 – 20
T° SALIDA MEZCLADOR (°C)	41 – 49	38 - 52	-	38 - 52
TIEMPO REPOSO (min)	9 – 58	10 – 60	10 – 60	10 – 60
T° ENTRADA AL EXTRUSOR (°C)	42 – 46	40 – 48	-	40 – 48
T° BOQUILLA EXTRUSOR (°C)	55 – 60	50 – 64	-	50 – 64
T° PLANCHA EXTRUSOR (°C)	26 - 27	25 – 28	-	25 – 28
T° CALEFACCIÓN BOQUILLA EXTRUSOR (°C)	65 – 68	63 – 70	-	63 - 70
FRECUENCIA RODILLOS EXTRUSOR (Hz)	46 – 49	45 – 50	-	45 – 50
T° SALIDA DEL EXTRUSOR (°C)	42 – 47	40 – 49	-	40 – 49
T° TUNEL (°C)	3,5 – 5	3 – 5,5	-	3 – 5,5
FRECUENCIA TUNEL (Hz)	40 – 44	38 - 46	-	38 - 46
T° SALIDA DEL TUNEL (°C)	20 – 29	17 - 31	-	17 - 31

Además se presenta la Tabla 16, que contiene la comparación de los estándares actuales y los obtenidos por *paso 5*.

En la comparación se observa que se ampliaron los rangos para el tiempo de mezclado y tiempo de reposo. Se integró otras variables como la temperatura a la salida del mezclador, temperatura de calefacción de la boquilla, temperatura de la soga de chicle a la salida del extrusor y temperatura de la soga a la salida del túnel. Se debió ajustar el parámetro temperatura de la masa al cargar el extrusor, temperatura de la plancha del extrusor y frecuencia de los rodillos del extrusor. Además se debió ampliar el de la boquilla del extrusor y temperatura del túnel de frío. La frecuencia de la cinta del túnel permaneció similar.

Tabla 16: Comparación de estándares de proceso antes de la implementación y los generados por paso 5.

ETAPA PROCESO	PARÁMETROS LÍNEA 2	
	ACTUALES	ESTUDIO PASO 5
TIEMPO DE MEZCLADO (min)	8 – 12	8 – 20
T° SALIDA MEZCLADOR (°C)	S/E	38 – 52
TIEMPO REPOSO (min)	40 – 60	10 – 60
T° MASA CARGA EXTRUSOR (°C)	35 – 45	40 – 48
T° BOQUILLA EXTRUSOR (°C)	50 – 60	50 – 64
T° PLANCHA EXTRUSOR (°C)	20 – 30	25 – 28
T° CALEFACCIÓN BOQUILLA (°C)	S/E	63 – 70
FRECUENCIA RODILLOS EXTRUSOR (Hz)	45 – 55	45 – 50
T° SOGA SALIDA EXTRUSOR (°C)	S/E	40 – 49
T° TUNEL (°C)	3,5 – 4,5	3 – 5,5
FRECUENCIA CINTA TUNEL (Hz)	40 – 45	38 – 46
T° SOGA SALIDA TÚNEL (°C)	S/E	17 – 31

e. Capacitación: Aprobación del material, programación y ejecución de la capacitación.

Se utilizó el manual de proceso confeccionado, que debía ser de fácil comprensión y estar aprobado para su difusión. Luego el ingeniero de procesos ejecutó la capacitación a los tres turnos de la línea, aproximadamente 8 personas por turno, en la que se revisaron conceptos teóricos sobre materias primas, proceso, detección de anomalías entre otras cosas.

#### 4.2.2. Validación de la implementación de *paso 5*

Luego de dos meses de realizar la inspección final y los cambios en los parámetros, se calcularon los índices de proceso de este año, para compararlos con los del año anterior para verificar los efectos deseados por la implementación de *paso 5* y lo planteado por la hipótesis de esta memoria en cuanto a reducción de pérdidas en la fabricación de chicle. En el Anexo 12 se presentaron los gráficos con cada uno de los índices expuestos a continuación pero del año 2010 (después de la implementación).

Según *paso 5*, la validación de la implementación será efectiva si cumple con el objetivo propuesto de reducir los defectos de calidad y los fallos de proceso, por lo tanto se debe verificar la efectividad de la implementación a través de los resultados (productos no conformes, reproceso, decomiso, fallos de proceso y cero accidentes).

Lo expuesto anteriormente queda de manifiesto en los siguientes gráficos. Se evaluó la implementación a través de la reducción en los defectos de calidad: productos no conformes (Figura 20); reducción en los fallos de proceso (Figura 21) y los motivos de fallos de proceso al departamento con mayor incidencia que corresponde al de calidad (Figura 22); la reducción en la “variación de medida” (Figura 23); además en índices de seguridad: accidentes, que en este caso no han ocurrido; y la reducción en la cantidad de reproceso, decomiso, desvío de peso y scrap (Tabla 17). A continuación se presenta la reducción de cada uno de éstos índices, sin embargo los resultados después de la implementación de *paso 5* a fines del año 2010 se encuentran en el Anexo 12.

Reducción de productos no conformes: En la Figura 20 se graficó la reducción que se produjo después de la implementación de *paso 5* para los productos no conformes de la línea 2. La reducción después de la implementación fue de un 82 %.



Figura 20: Reducción de la cantidad de productos no conformes correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar, entre el año 2009 y 2010.

Reducción de fallos de proceso: Además se observó que se produjo una baja reducción del número total de fallos (Fig.21) después de la implementación de *paso 5*. La reducción después de la implementación fue de sólo un 2 %.

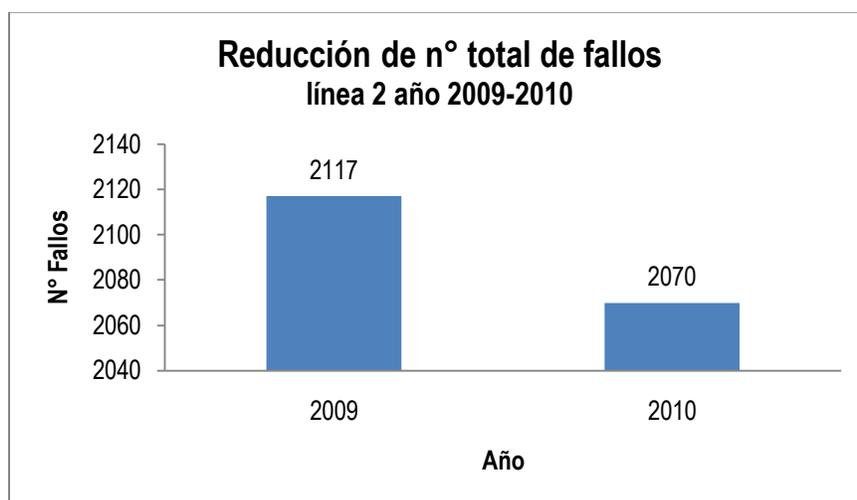


Figura 21: Reducción en la cantidad total de fallos de proceso (detenciones) por departamento correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar, entre los años 2009 - 2010.

Reducción de fallos de proceso asociados al departamento de calidad: Se ocasionó una reducción después de la implementación de *paso 5* en los fallos de proceso del departamento de calidad en un 45 %.

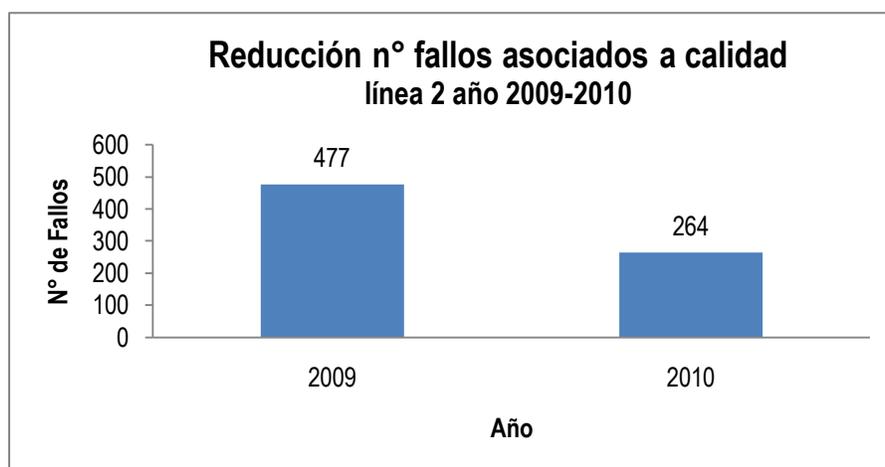


Figura 22: Reducción en la cantidad total de fallos de proceso del departamento de calidad correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar, entre los años 2009 - 2010.

Reducción de variación de medida: Además, en el departamento de calidad el motivo más frecuente de fallo era la "variación de medida", el cual también presentó una reducción luego de la implementación y se muestra a continuación. La reducción después de la implementación fue de un 27 %.

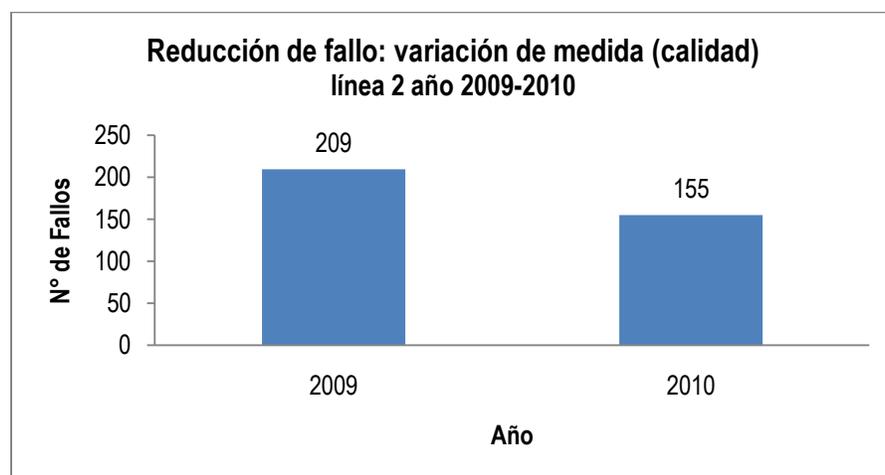


Figura 23: Reducción en la cantidad de fallos por variación de medida asociados al departamento de calidad correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar, entre los años 2009 - 2010.

### Cantidad de reclamos y accidentes

En el año 2009 existían 25 reclamos de clientes en el área del chicle de los cuales 1 correspondía a la línea 2. Luego de la implementación, en el año 2010 se da cuenta que no existen reclamos para esta línea. Por otra parte, la cantidad de accidentes no presenta variaciones durante todo el año 2009 y en el año 2010 se mantuvo en cero.

### Scrap, decomiso, reproceso y desvío de peso

A continuación se presentan los valores correspondientes a la línea 1 antes (2009) y después de la implementación (2010). En la Tabla 17 se observa que disminuyeron los porcentajes de reproceso, desvío de peso y scrap: el reproceso disminuyó en un 100 %, el desvío de peso en un 29 % y el scrap en un 13 %, estas reducciones son importantes ya que todos estos índices representan pérdidas para la empresa. Por otra parte, se observó un gran aumento del decomiso, un 72 %; esto ocurrió porque un mezclador manifestó un problema mecánico en pleno funcionamiento, se rompió el aspa metálica del mezclador y se contaminaron los 200 kg de masa que estaban a su interior.

Tabla 17: Defectos de calidad de la línea 2 chicle con azúcar para 2009-2010.

<b>Indicador de Proceso</b>	<b>Porcentaje Año 2009 (%)</b>	<b>Porcentaje Año 2010 (%)</b>
Reproceso	0,30	0,0
Decomiso	0,25	0,43
Desvío de Peso	0,70	0,50
Scrap	0,90	0,78

### **4.2.3. Auditoría de paso 5**

En esta etapa la autoridad competente revisa, examina y evalúa los resultados de la gestión de paso 5. Los resultados se deben verificar al menos dos meses después de la aprobación de la auditoría. Las autoridades que auditan corresponden a representantes de los pilares de TPM, que corresponden a: mantenimiento autónomo, procesos, mantenimiento planificado, calidad, MAHPI y, capacitación y entrenamiento.

Al momento de redacción de esta memoria no se había realizado la auditoría de este paso, por lo que se presentan las preguntas que se realizarán para evaluarlo en el Anexo 8.

Finalmente, se observó que se consiguieron buenos resultados después de la implementación de *paso 5* en ambas líneas de producción de chicle. Los análisis se referenciaron a una misma cantidad de tiempo (enero a noviembre) y se detallan a continuación:

- Productos no conformes: En la línea 1 se redujo la cantidad en un 57 %, desde 30 a 13 (Figura 9) y en la línea 2 se redujo la cantidad en un 82 %, desde 45 a 8 (Figura 20).
- Fallos de proceso: En la línea 1 se redujo en un 54 %, desde 5.702 a 2.631 (Figura 10). En la línea 2 se redujo en un 2 %, desde 2.117 a 2.070 (Figura 21). Esta reducción no fue tan significativa en porcentaje, pero es fundamental que al menos ocurriera una disminución de los fallos.
- Fallos de proceso asociados al departamento de calidad: En la línea 1 calidad era el departamento con mayores fallos de proceso y se consiguió reducirlos en un 68 %: desde 3.094 a 994 (Figura 11). En la línea 2, calidad no era el departamento con mayor cantidad de fallos pero sí el que contenía los fallos asociados al proceso y en el cual se consiguió reducir el número de fallos en un 45 %: desde 477 a 264 (Figura 22).
- “Variación de medida”: Es la causa con mayor cantidad de fallos del departamento de calidad. En la línea 1 se consiguió reducirla en un 13 %: desde 716 a 625 (Figura 12). En la línea 2 se disminuyó en un 27 %: desde 209 a 155 (Figura 23).
- Reclamos: En la línea 1 se redujo a 0 la cantidad de reclamos, antes de la implementación existían 11 reclamos de clientes. En la línea 2 también se redujo a 0 la cantidad de reclamos, antes de la implementación existía 1 reclamo de clientes.
- Accidentes: La cantidad de accidentes para ambas líneas se mantuvo en 0.
- Reproceso: En la línea 1 disminuyó un 48 % y en la línea 2, un 100 %.
- Decomiso: En la línea 1 disminuyó un 25 %. En cambio en la línea 2 aumentó en un 72 % debido a que se rompió el aspa doble Z del mezclador para este proceso en pleno funcionamiento, conteniendo 200 kg de masa, que tuvo que decomisarse ya que se encontraba con trozos de metal.
- Scrap: En la línea 1 disminuyó un 27% y en la línea 2 se redujo en un 13 %.
- Desvío de peso: En la línea 1 aumentó en un 60 % ya que se incorporó un formato nuevo al producto, por lo tanto se generaron ajustes de peso. En cambio en la línea 2, se redujo en un 20 %.

## V. CONCLUSIONES

Finalmente se demuestra la hipótesis planteada, la aplicación de la metodología *paso 5* de Mantenimiento Productivo Total (TPM) centrada en la estandarización del proceso, redujo las pérdidas de fabricación de chicle.

Se logró la implementación de *paso 5* de la metodología de TPM en dos líneas de producción de chicle "*cut & wrap*" de la Industria de Alimentos Dos en Uno: línea 1 chicle masticable sin azúcar y línea 2 chicle hinchable con azúcar. Para esto se tomó participación en el pilar de mantenimiento autónomo, uno de los ocho pilares que trabajan en la implementación de esta metodología.

Además se hizo una inspección inicial de la producción en ambas líneas y por medio de un análisis estadístico se logró identificar que el proceso se encontraba fuera de control y se debían modificar sus valores. Por lo tanto, en una inspección final se logró la estandarización del proceso ajustando los rangos de las especificaciones para que las capacidades y rendimientos del proceso fueran adecuados, consiguiendo una menor variabilidad del proceso y que éste sea capaz de cumplir con las especificaciones.

Posteriormente se realizó la validación de la implementación de *paso 5*, se demostrándose que se logró reducir la cantidad de productos no conformes, fallos de proceso, la principal causa de los fallos ("variación de medida" del producto) para ambas líneas de producción de chicle. Además disminuyó el porcentaje de reproceso y scrap, índices que generan pérdidas a la empresa. Sin embargo, los índices decomiso y desvío de peso experimentaron un aumento por las causas explicadas. Por lo demás se mantuvo la cantidad de accidentes en 0 y se disminuyeron los reclamos de clientes a 0 para ambas líneas de producción.

## VI. REFERENCIAS

CAFOSA, Empresa Proveedor de Gomas Bases, "Glosario de Ingredientes". España, 2010.  
URL:[http://www.cafosa.com/es/faqs\\_definitons\\_categories.aspx?\\_gldTema=26&idioma=ES&\\_gldContexto=2](http://www.cafosa.com/es/faqs_definitons_categories.aspx?_gldTema=26&idioma=ES&_gldContexto=2)

CASTELLOTE, Mariana. Manejo de Gráficos de Control, Arcor, 2005.

DESEVRE, A., BOSH, R. "Chewing Gum Processing Technology". En: PRACTICAL SEMINAR: Chewing Gum & Bubble Gum: 29.06 – 01.07.2010. Central College of the German Confectionary Industry, Solingen, Germany, 2010.

GARCÍA P., Oliverio. "Administración y Gerencia de Mantenimiento Industrial". Universidad Pedagógica y Técnica de Colombia. Diutama, 1992a.

GARCÍA P., Oliverio. "El Mantenimiento Productivo Total y su Aplicabilidad Industrial". Universidad Pedagógica y Técnica de Colombia. Diutama, 1992b.

GARCÍA P., Oliverio. "La Esencia del TPM". Universidad Pedagógica y Técnica de Colombia. Diutama, 1998.

MONTGOMERY, Douglas. Introducción al control estadístico de la calidad, Grupo Editorial Iberoamérica, México, 1943.

PINTO, Lucía. Mantenimiento Productivo Total (TPM). Revista Electroindustria. (117):100-101, dic. 2010.

SILVA, Simone. SPAC – Técnicas Estadísticas, Arcor, 2006.

SUZUKI, Tokutaru. "TPM en Industrias de Proceso", Japan Institute of Plant Maintenance. Japón, 1992.

## ANEXOS

### ANEXO 1: INGREDIENTES DEL CHICLE:

**Goma Base:** es un producto alimentario básico en la composición del chicle. Es una material de textura elástica que permite masticar un chicle varias horas sin perder sus características de masticabilidad. La goma base es básicamente un caucho o polímero plastificado, al que se añaden texturizadores, agentes anti-adherentes, antioxidantes, etc. Las Gomas Base se dividen en dos grandes grupos, Masticables o *Chewing* e Hinchable o *Bubble* (Cafosa, 2010).

Las gomas base se componen de polímeros elastoméricos plastificados, resinas, ceras, parafinas, emulgentes, aceites hidrogenados y antioxidantes.

Además las gomas base contienen Componentes de Relleno, que son componentes minerales que se añaden para modificar su textura y facilitar la procesabilidad de las gomas. Los componentes de relleno son: Carbonato Cálcico y Talco Grado Alimenticio. La cantidad de los componentes de relleno puede variar del 30 % al 60 %, siendo las de mayor porcentaje las que corresponden a gomas bases más económicas. Las gomas con alto porcentaje de estos componentes ven disminuidos sus parámetros de elongación o capacidad de estiramiento (Cafosa, 2010).

Las gomas en base a carbonato cálcico son incompatibles con ácidos y las gomas en base a talco son compatibles con ácidos aunque son de mayor costo, confieren distinto tipo de masticación y capacidad de hacer globos. Esto es de gran relevancia, ya que todos los sabores frutales deben llevar ácido para acentuar el sabor, por lo tanto se debe tener la precaución de utilizar gomas en base a carbonato cálcico (Cafosa, 2010).

La principal función de las gomas base corresponde a ayudar a mantener la cohesión de la masa y otorgar propiedades masticatorias. Además dan un soporte elástico con el que se deben mezclar todos los ingredientes, son un buen dispensador de aromas, agradables en la boca y de sabor neutro. Las gomas base pueden venir en las siguientes presentaciones: pellets, bloques o pastillas y láminas (Cafosa, 2010).

**Sorbitol:** El sorbitol es el edulcorante artificial usado con mayor frecuencia en el chicle sin azúcar dado a su bajo coste, disponibilidad y aceptación como aditivo alimentario desde hace tiempo. El sorbitol se obtiene por la hidrogenación de la dextrosa. Se comercializa en forma de solución y en polvo, en una amplia variedad de tamaños de partícula. El sorbitol tiene un ligero efecto laxante y diurético, y es parcialmente metabolizado como fructosa, por tanto, eleva más lentamente el nivel de glucosa en la sangre (Cafosa, 2010).

Además el sorbitol es un espesante y mantiene la humedad. El sorbitol se caracteriza por tener un sabor dulce y frío; es higroscópico, por lo que rápidamente capta humedad del ambiente y se aglomera. Sólo aporta un 50 % del dulzor del azúcar, por lo que se debe mezclar con otros edulcorantes que potencien el sabor dulce (Cafosa, 2010).

**Sacarosa:** La sacarosa es un disacárido que se obtiene de la caña o de la remolacha. La principal función es dar volumen y actuar como edulcorante. Para su utilización en la fabricación de chicle es imprescindible que esté completamente refinada a fin de evitar impurezas. Debe tener un grado muy bajo de humedad así como contenido de azúcar invertido (defecto chicle más blando). La sacarosa puede obtenerse en una amplia variedad de tamaños de partícula. Para la producción del chicle la sacarosa debe molerse hasta obtener un polvo muy fino, ya que el tamaño del grano de azúcar determina la dureza del chicle (debe pasar por un tamiz de 0,075 mm). En cuanto a su almacenamiento se deben evitar prolongados tiempos de almacenajes (Cafosa, 2010).

**Manitol:** El manitol se obtiene por el mismo método que el sorbitol, es decir, la hidrogenación de la D-Fructosa procedente de la inversión del azúcar. El manitol es tan dulce como el sorbitol, pero a pesar de su calor de disolución negativo, no tiene el fuerte efecto refrescante que el sorbitol tiene en el chicle. Es mucho menos soluble en agua y no es higroscópico. Se presenta en polvo con algunas variaciones de tamaño de partículas. Comparado con el sorbitol, el manitol es más caro por lo que su nivel de utilización en el chicle es más bajo. Normalmente se utiliza para empolverar el producto y así ayudar en el proceso de producción (Cafosa, 2010).

Un efecto importante del manitol, es que ayuda a evitar que el sorbitol se recristalice, prolongando la vida útil del producto y evitando que los chicles se pongan duros y quebradizos (Cafosa, 2010).

**Xilitol:** El Xilitol es otro poliol ligeramente distinto del sorbitol y manitol. La fuente de obtención son los bosques de abedules. El dulzor del xilitol es prácticamente igual al de la sacarosa y tiene un sabor más refrescante que el sorbitol. Es muy soluble en agua y esto causa una fuerte sensación de frescor en la boca. Este producto aumenta el pH de la boca por sobre 7, con lo cual disminuyen notablemente la formación de caries (Cafosa, 2010).

**Lycasin o Maltitol:** es un jarabe de glucosa hidrogenado que aporta la parte líquida a la mezcla favoreciendo también el dulzor. Es un vehículo líquido que favorece el mezclado de los ingredientes evitando también la recristalización del sorbitol. También evita la formación de caries (Cafosa, 2010).

**Jarabe de Maíz o Glucosa:** El jarabe de glucosa se obtiene a partir de la hidrólisis parcial del almidón. El almidón de maíz no es el único almidón que puede utilizarse, aunque sí el más común. En muchos países el nombre más habitual para esta materia prima es el de glucosa (Cafosa, 2010). Su principal función es ser fuente de humedad y mantener la cohesión de la masa. Es importante considerar el equivalente de dextrosa; para el chicle es preferible un DE de 38, dado que se reduce la adherencia del chicle a las máquinas y al papel; mayor a DE 44, el chicle es más blando y tendrá una mayor adherencia. Es muy importante que el valor de DE se mantenga constante, no varíe en más de 2 puntos. El contenido de agua de la glucosa es muy decisivo ya que en ocasiones es la única fuente de humedad en la fórmula del chicle (Cafosa, 2010).

**Aspartame:** El aspartame es un edulcorante de naturaleza peptídica que fue descubierto por el Dr. James Schlatter de los Laboratorios Searle. Es un compuesto de ácido aspártico y fenilalanina.

El aspartame se utiliza habitualmente en la mayoría de los chicles sin azúcar vendidos en los E.E.U.U. Es un buen edulcorante para el chicle dándole un dulzor suave y prolongado. El principal problema es la baja estabilidad que tiene con el chicle. Sin protección, el aspartame en el chicle desaparecía a una velocidad constante en función del pH, humedad y aroma (Cafosa, 2010).

**Acesulfame K:** El acesulfame K es un buen edulcorante para el chicle. Es muy estable y tiene un sabor naturalmente dulce. Su poder edulcorante es ligeramente inferior al del aspartame por lo que el porcentaje a utilizar en la comulación de chicle debe ser ligeramente superior (Cafosa, 2010).

**Sacarina:** La sacarina se viene utilizando en la fabricación de chicles desde hace muchos años. Es, entre 200 y 500 veces más dulce que la sacarosa y se puede obtener en tres formas distintas:

ácido, sal de calcio y – la más común – sal de sodio. En el chicle normalmente se utiliza la sacarina sódica (Cafosa, 2010).

**Sucralosa:** La sucralosa es un azúcar tratado con cloro que proporciona una agradable sensación de dulzor al chicle. Su poder edulcorante es unas 600 veces mayor que el de la sacarosa, y se utiliza en valores muy bajos en las formulaciones (alrededor de un 0,05%). La sucralosa es estable y proporciona al chicle un dulzor prolongado (Cafosa, 2010).

**Glicerina:** La glicerina es el mejor humectante, aporta y mantiene la humedad en el producto con el objeto de prolongar la blandura del chicle durante el almacenaje, distribución y venta. En algunos países, debido a razones sociales o políticas, la glicerina es cara o difícil de obtener por lo que se utiliza el sorbitol. Los niveles de glicerina en una fórmula estándar oscilan entre el 0,3% y el 0,5% si bien en los chicles más blandos, bien envueltos, los niveles pueden llegar incluso al 2%. En algunos chicles sin azúcar los niveles de glicerina están entre el 6 y el 10%, si bien en el mercado podemos encontrar productos conteniendo un 16% de glicerina (Cafosa, 2010).

**Aceite de Maíz:** es un antioxidante natural, de buen sabor. Contiene vitamina E y tiene características plastificantes, entregando texturas adecuadas al chicle (Cafosa, 2010).

**Lecitina:** es un emulsificante. Posee un efecto que disminuye la fricción, facilitando la homogenización de las materias primas (Cafosa, 2010).

**Antioxidantes:** Las Gomas Base contienen antioxidantes tales como BHT, BHA o Tocoferol, utilizados en la mayoría de Gomas Base para proteger los componentes de la Goma Base. Si es preciso, pueden fabricarse Gomas Base sin antioxidantes pero, a menos que se utilicen componentes especiales y muy estables, la vida del producto final será bastante corta (Cafosa, 2010).

**Colorantes, Esencias y Sabores:** de acuerdo al tipo de producto que se quiere fabricar es la adición de los distintos tipos de colores y aromas que poseen (Cafosa, 2010).

**Ácidos:** La adición de ácidos a las formulaciones de chicles se realiza para realzar el aroma. Los ácidos disminuyen la intensidad de los colorantes utilizados en el chicle, principalmente, en los colores rojos. Los colores naranja y amarillo no se ven afectados (Cafosa, 2010).

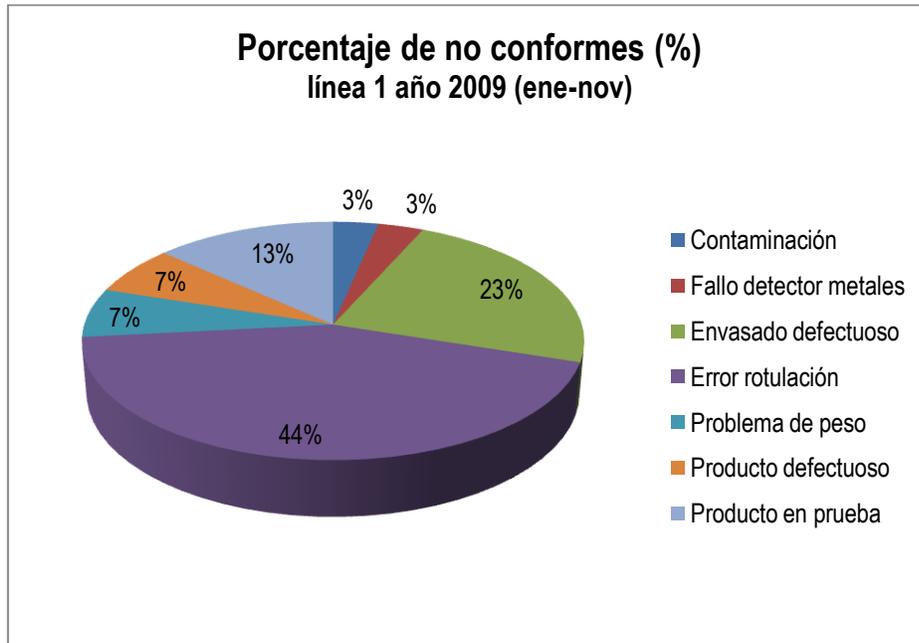
**Aroma y sabor (flavor):** es un producto obtenido por la mezcla compleja de sustancias aromáticas de origen natural o sintético y que una vez aplicado a un alimento le confiere sabor característico. La cantidad de aroma que se utiliza en el chicle es muy pequeña, pero el protagonismo en el producto final es muy marcado. Es uno de los motivos principales por el cual el consumidor compra un chicle. La incidencia del aroma es tan marcada, que pequeños cambios de dosis pueden provocar cambios significativos en el producto final. La finalidad del aroma es algo más que darle sabor al chicle. Los aromas actúan como plastificantes (ablandadores) para la goma base y tendrán un efecto en la textura del chicle. Los aromas para los chicles deberían contener aceites esenciales, que son los mejores plastificantes para la goma base. El aroma debe ser dosificado por personal calificado y conservarse en un envase cerrado mientras no sea utilizado con el fin de evitar la evaporación o el derrame de su contenido. Normalmente los aromas para caramelos no ablandan el chicle lo suficiente y, en caso de que se utilicen, deben añadirse plastificantes para obtener una buena calidad masticatoria (Cafosa, 2010).

**Colorantes:** los colorantes deben ser de grados alimenticios y legalmente autorizados para su uso en alimentos. Estos cumplen la función de hacer más atractivo al producto (Cafosa, 2010).

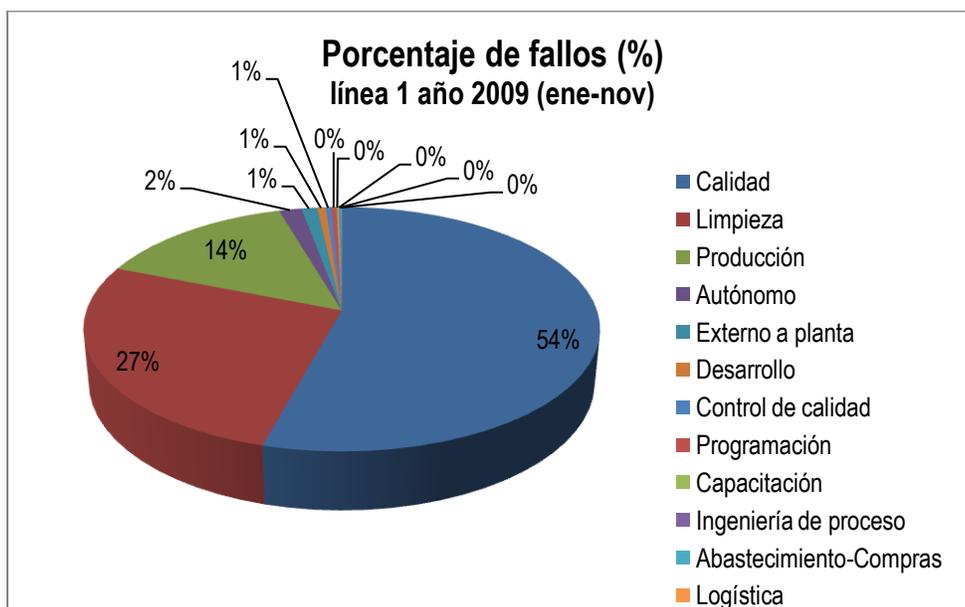
## ANEXO 2: SITUACIÓN ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN PASO 5 (AÑO 2009)

### Línea 1: Chicle masticable sin azúcar

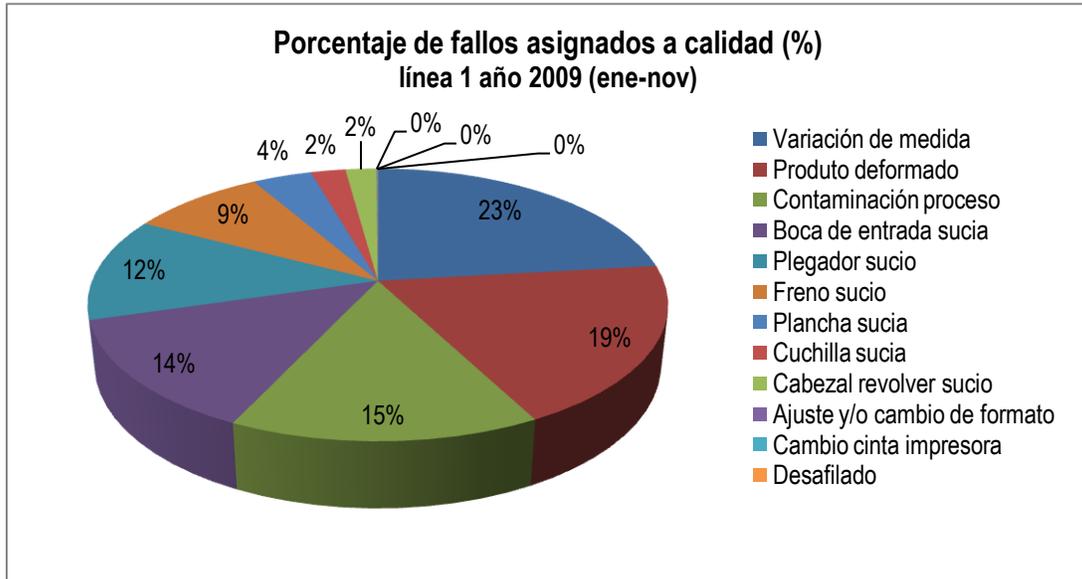
- i. Productos no conformes: Porcentaje de productos no conformes correspondiente a la línea 1, chicle sin azúcar, del año 2009 entre enero y noviembre.



- ii. Fallos de proceso: Porcentaje de fallos (detenciones) por departamento correspondientes a la línea 1 del año 2009, entre enero y noviembre.

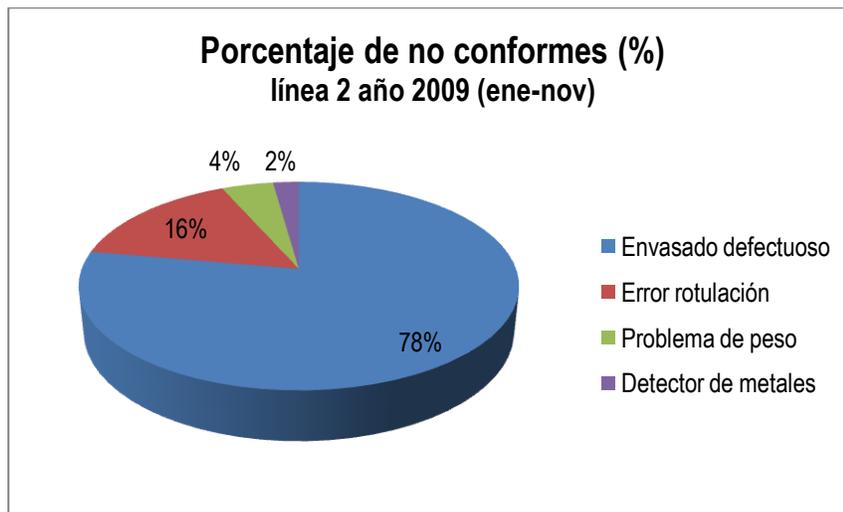


iii. Fallos asociados al departamento de calidad: Porcentaje de fallos asignados al departamento de calidad, departamento que presentó mayor cantidad de fallos, correspondientes a la línea 1 del año 2009 entre enero y noviembre.

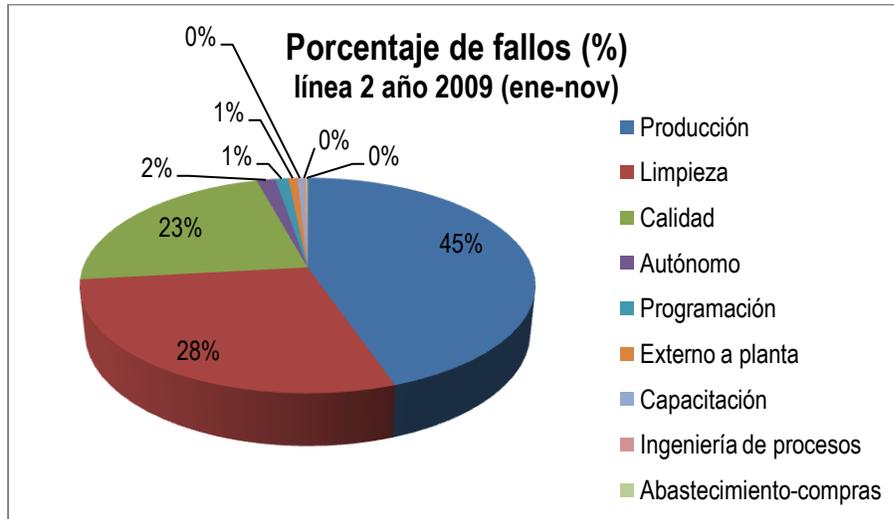


**Línea 2: Chicle hinchable con azúcar**

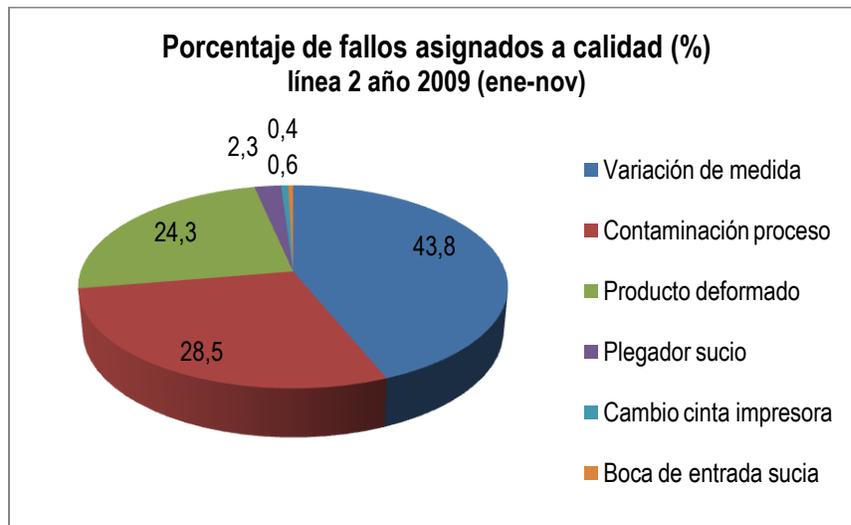
i. Productos no conformes: Porcentaje de productos no conformes correspondientes a la línea 2 del año 2009, entre enero y noviembre.



- ii. Fallos de proceso: Porcentaje de fallos (detenciones) por departamento, correspondientes a la línea 2 del año 2009, entre enero y noviembre. En este gráfico se aprecia que el departamento con mayor cantidad de fallos es el de producción, lo sigue el de limpieza y en tercer lugar, el de calidad. Este último se analizó posteriormente, ya que es el que contiene las causas que afectan directamente al proceso y que interesan para este estudio.



- iii. Fallos asociados al departamento de calidad: Porcentaje de fallos asociados al departamento de calidad correspondientes a la línea 2 del año 2009 entre enero y noviembre.



**ANEXO 3: ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLOS (FMEA)**

PARTE/ PROCESO	MODOS DE FALLO	EFFECTO DE LA FALLA	CAUSAS	CONTROLES	ITEMS A CONTROLAR	MÉTODO	FRECUENCIA	TAREA CORRECTIVA Y/O PREVENTIVA
MEZCLADO DE MATERIAS PRIMAS	Pesta Seca	Corte de saga después del tamal; corte de pasta en rodillos	Exceso de tiempo de mezclado	RM tiempos de mezclado	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Verificar tiempos, medir T° de la masa
			Inconcreto orden de adición de materias primas	GAIP del producto	Dureza de la pasta	Estandarizar y verificar instructivo	Cada batch de fabricación	Verificar orden de adición de MP con instructivo
			Baja cantidad de adición reproceso húmedo	RM adición reproceso	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Verificar por peso de las bolsas
			Alta cantidad de adición reproceso seco	RM adición reproceso	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Pesar reproceso antes de agregar
	Pesta Húmeda / Blanca	Estallamiento y empaste en rodillos	Alta cantidad de adición de reproceso húmedo	RM adición de reproceso	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Verificar estado del reproceso antes de agregar
			Menor tiempo de reposo del batch	RM tiempo de reposo	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Verificar tiempos con instructivo
			Menor tiempo de mezclado	RM tiempo de mezclado	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Verificar los tiempos de acuerdo al instructivo
			Menor tiempo de mezclado	RM mezclas	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Verificar tiempos con instructivo
	Pesta con Grumos	Corte de saga después del tamal; empaste en rodillos	Cometa semal disuelta	Tiempo mezclado goma base	Como base disuelta antes de agregar ingredientes en polvo	Al sus reloj	Cada batch de fabricación	Verificar que la goma este bien disuelta antes de agregar otras materias primas
			Sartal mal disuelto, pegado en Z del mezclador	Limpieza de la adherida en paredes y Z del mezclador	Limpieza de la Z del mezclador y paredes	Visual	Cada batch de fabricación	Verificar que la Z del mezclador y las paredes no tengan restos de azúcar que puedan producir grumos
PHE - extrusión	Pesta Dura	Meja Alimentación al Extrusor	Temperaturas del equipo fuera de rango	T° boquilla	T° de trabajo equipo	Instrumento equipo	Inicio turno	Controlar T° según instructivo
		Adherencia de Pasta a los Cilindros	Pasta con demorado tiempo en el carro	RM pH - extrusor	T° de la masa	Termómetro manual	Cada 2 horas	Verificar tiempos con instructivo
	Pesta Caliente	Adherencia de Pasta a los Cilindros	Temperaturas del equipo fuera de rango	T° boquilla	T° de trabajo equipo	Instrumento equipo	Inicio turno	Controlar T° según instructivo
			Agregar pastas sin tiempo de reposo	T° plancha	T° de trabajo equipo	Instrumento equipo	Inicio turno	
				RM pH - extrusor	T° de la masa	Termómetro manual	Cada 2 horas	Verificar tiempos de reposo

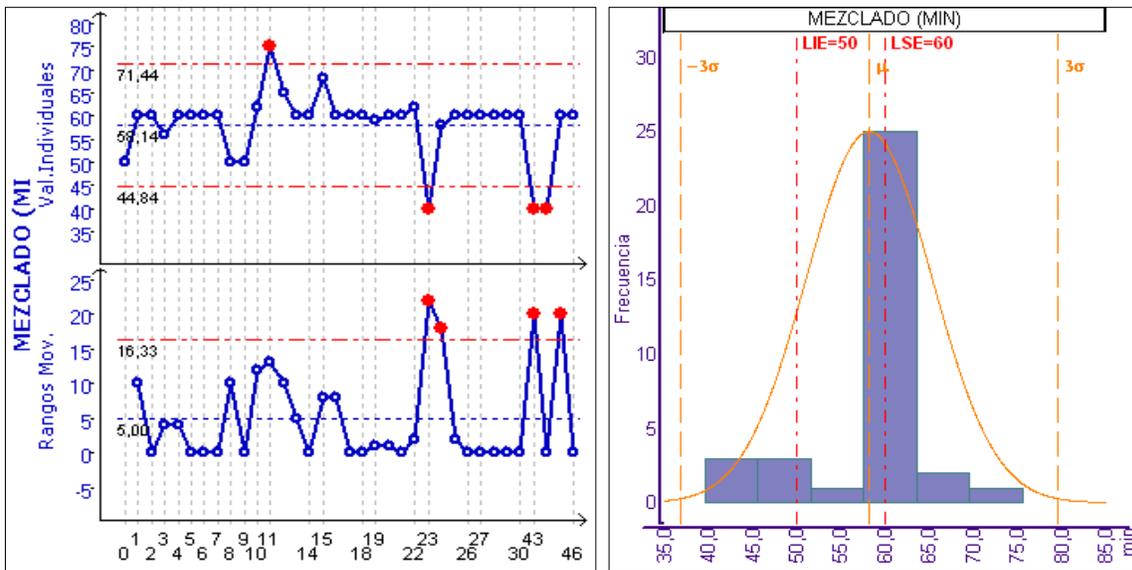


## ANEXO 4: INSPECCIÓN INICIAL DEL PROCESO LÍNEA 1 CHICLE SIN AZÚCAR

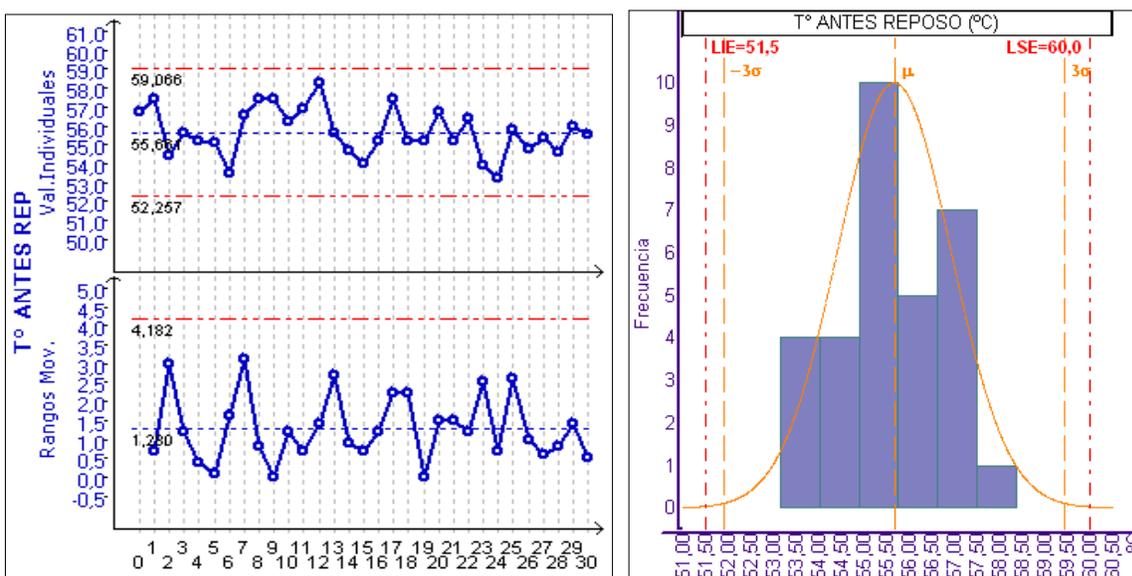
Se realizó análisis estadístico en SPAC FL mediante gráficos de control e histogramas antes de la implementación de *paso 5*.

i) Tiempo de mezclado de un batch (min)

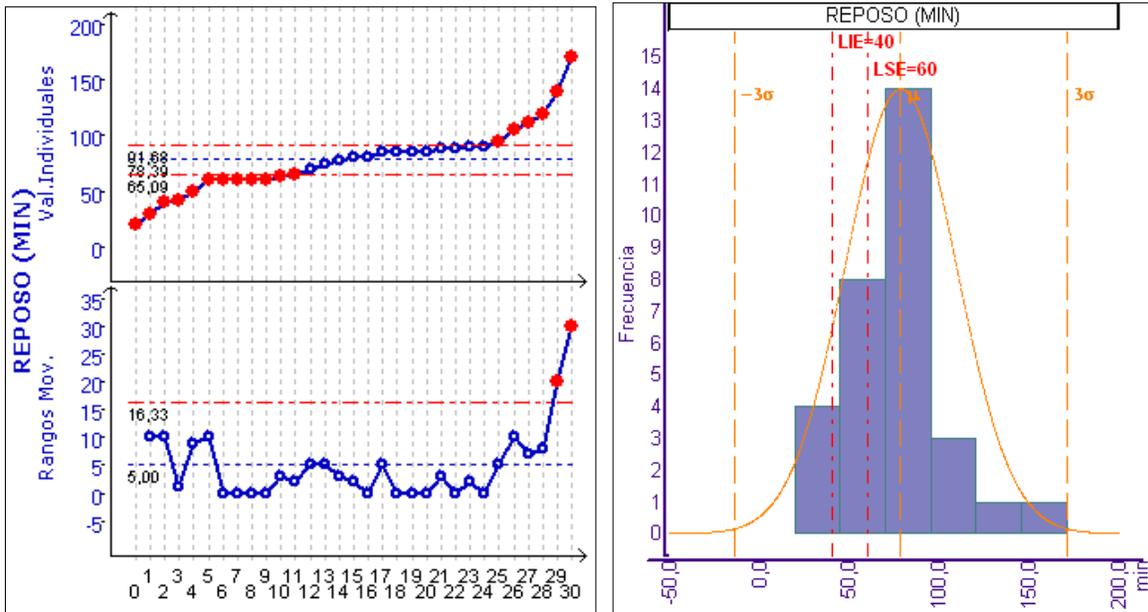
Batch=160 kg



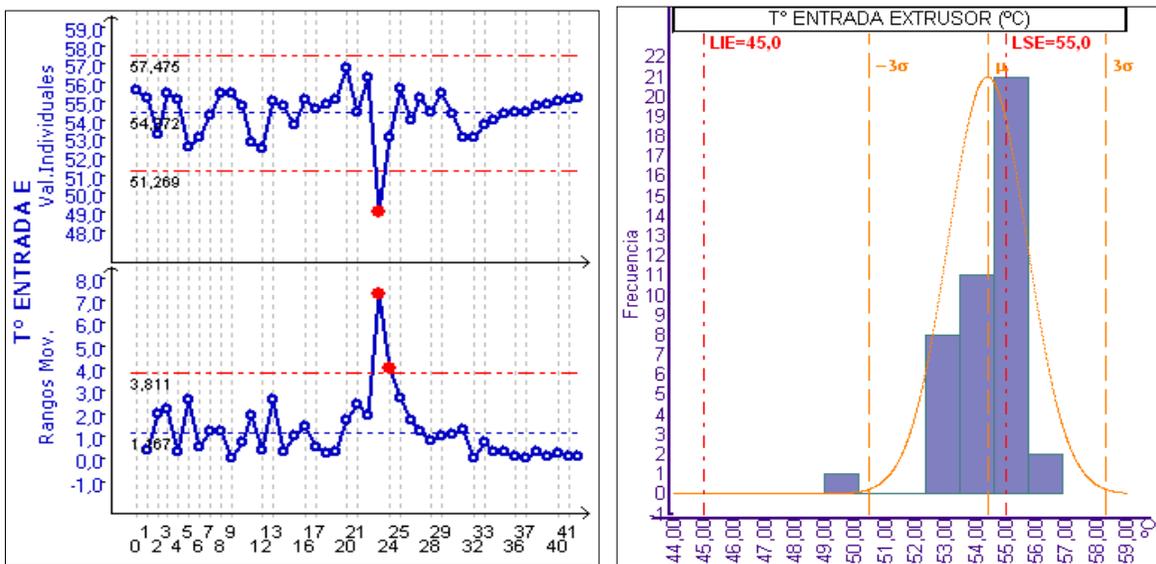
ii) Temperatura antes del reposo (°C)



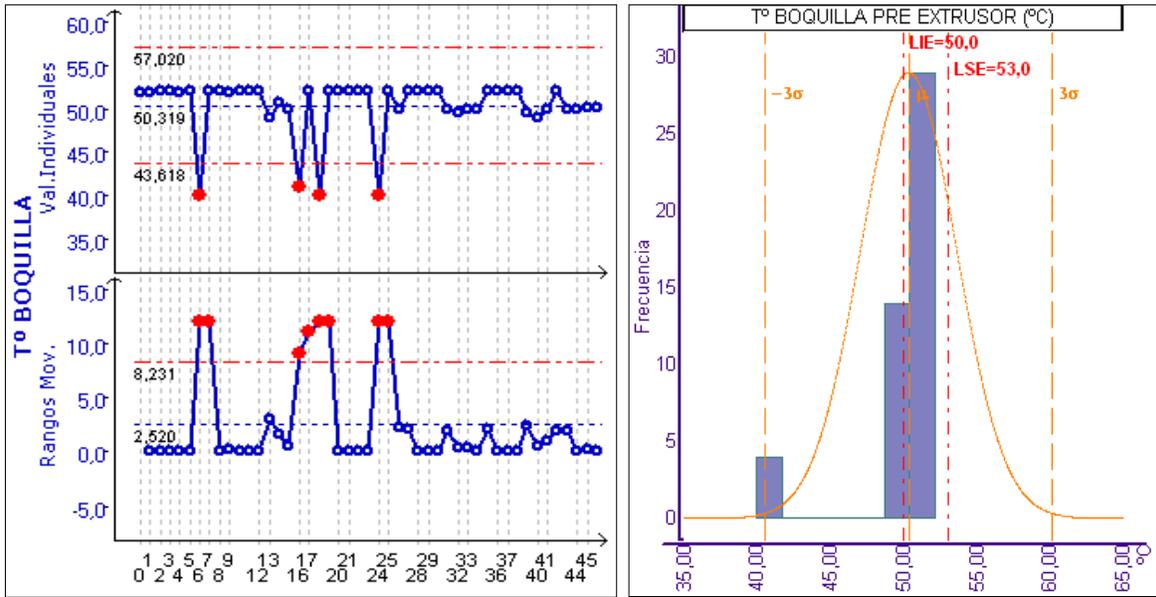
iii) Tiempo de reposo (min)



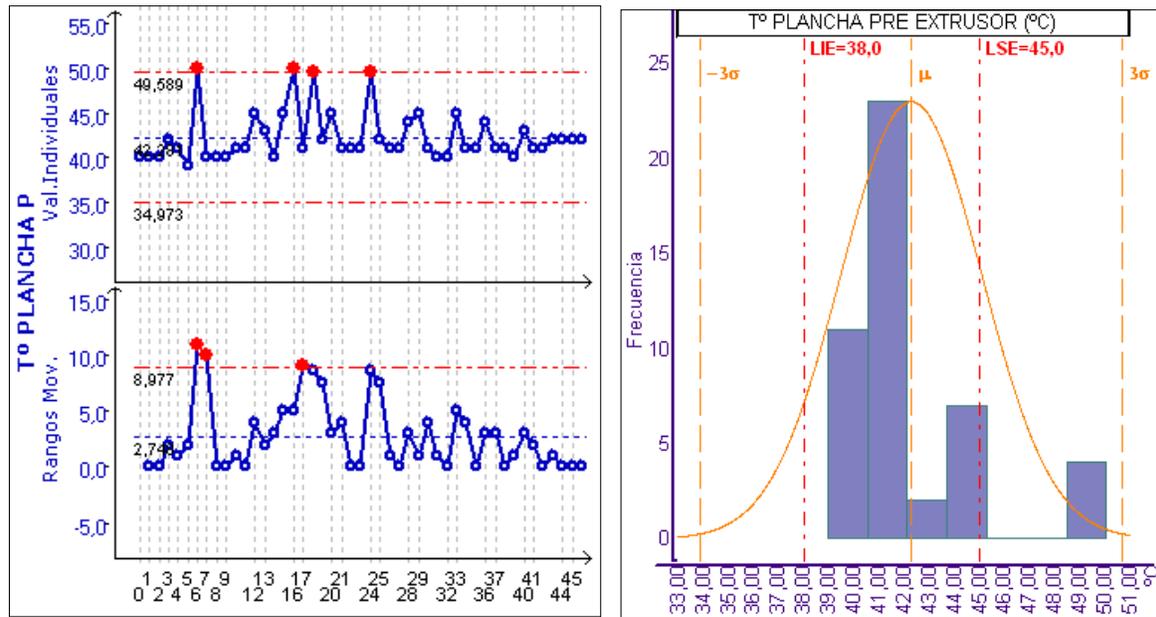
iv) Temperatura de entrada al pre-extrusor (°C)



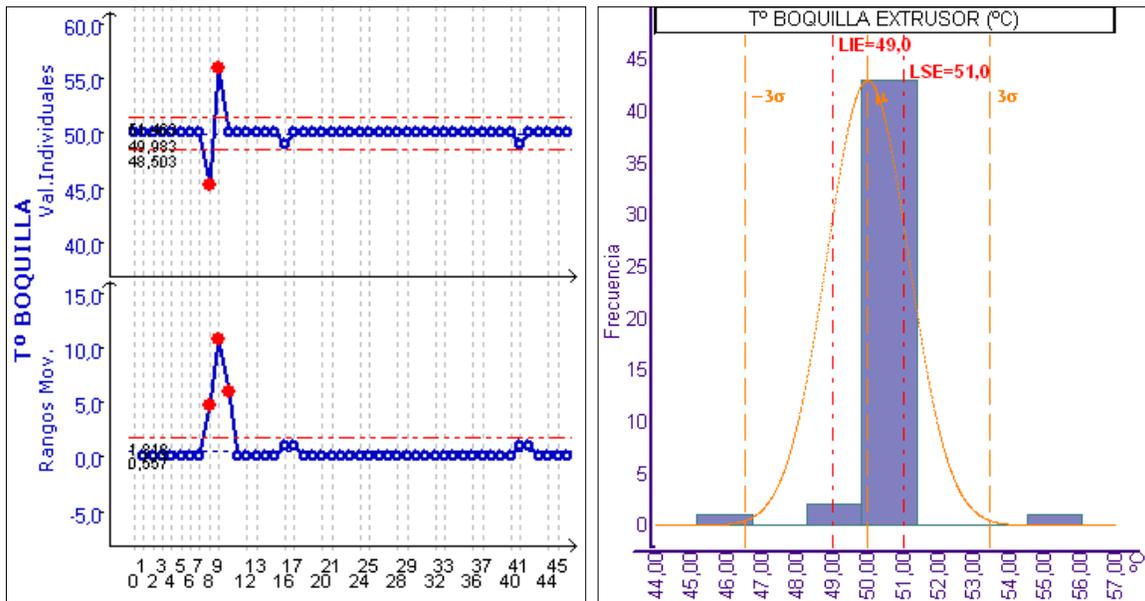
v) Temperatura de la boquilla del pre-extrusor (°C)



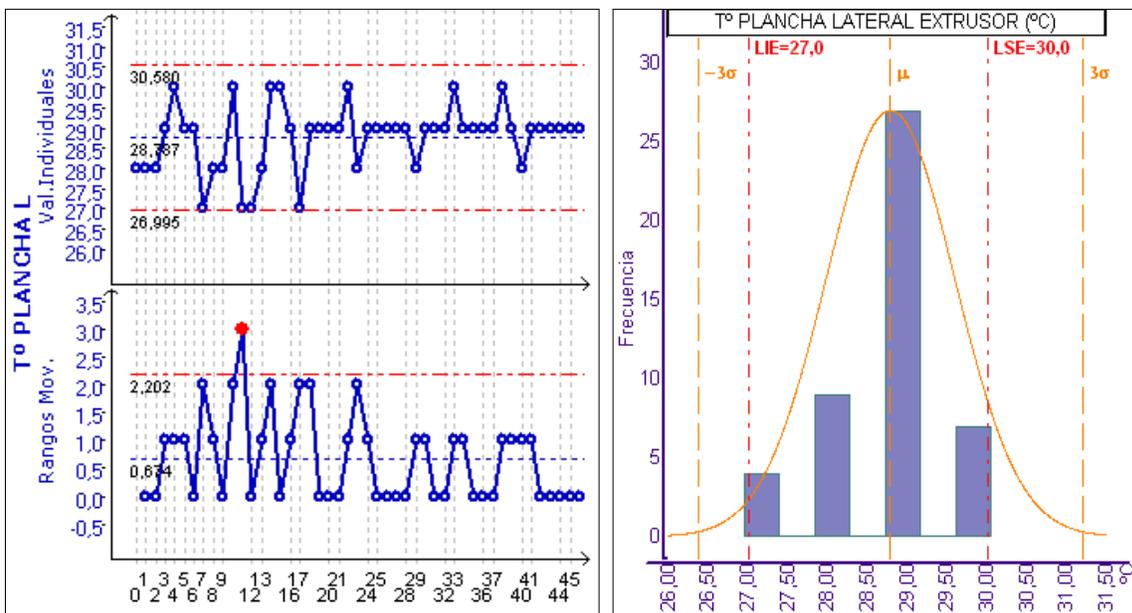
vi) Temperatura de la plancha del pre-extrusor (°C)



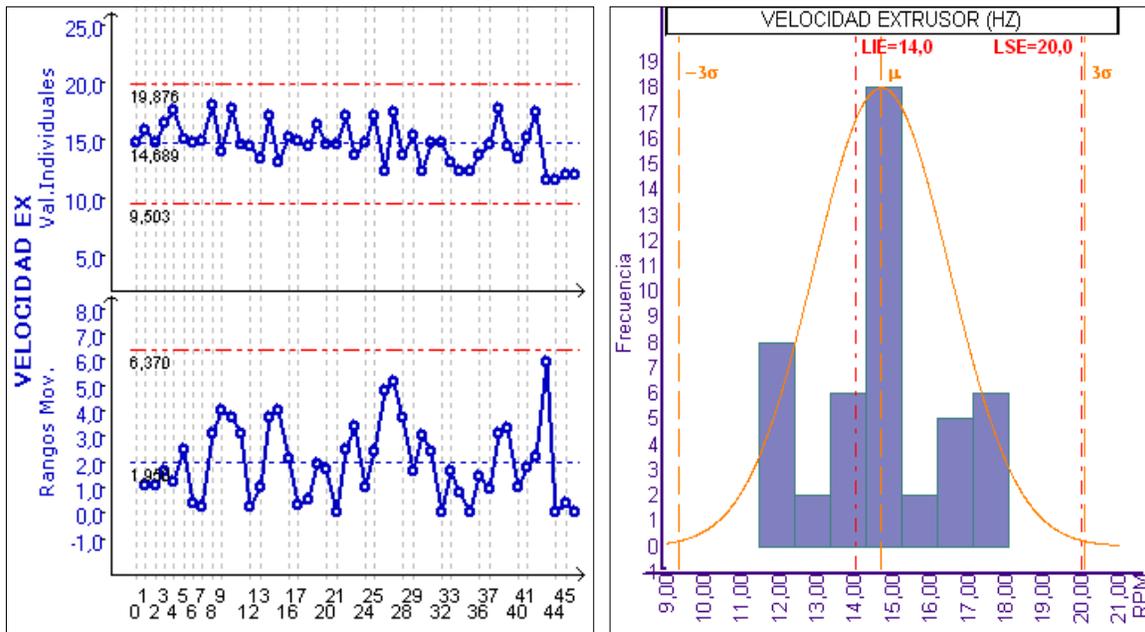
vii) Temperatura de la boquilla del extrusor (°C)



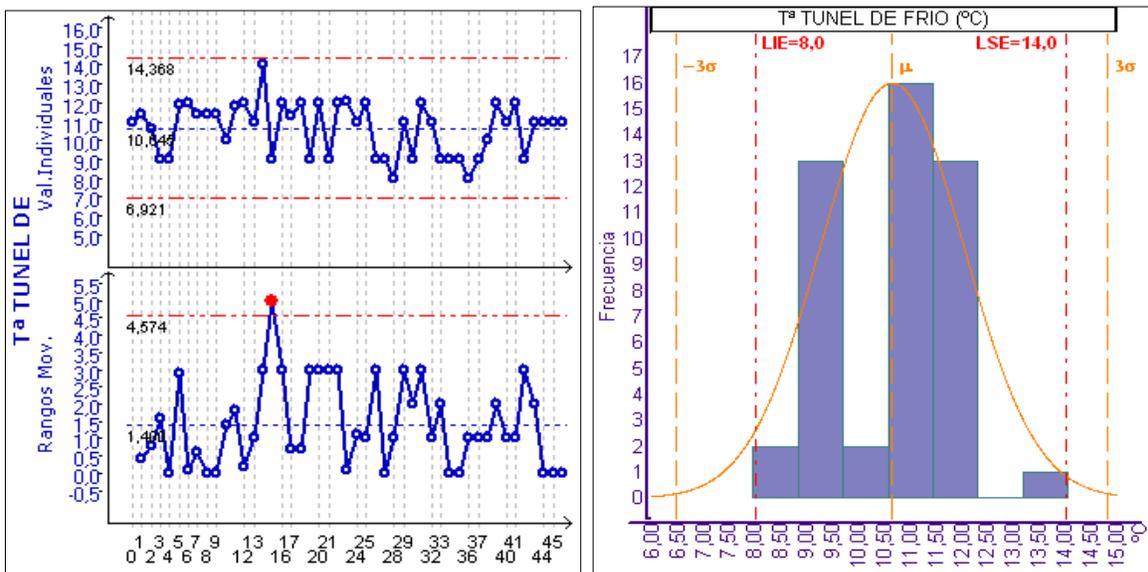
viii) Temperatura de la plancha del extrusor (°C)



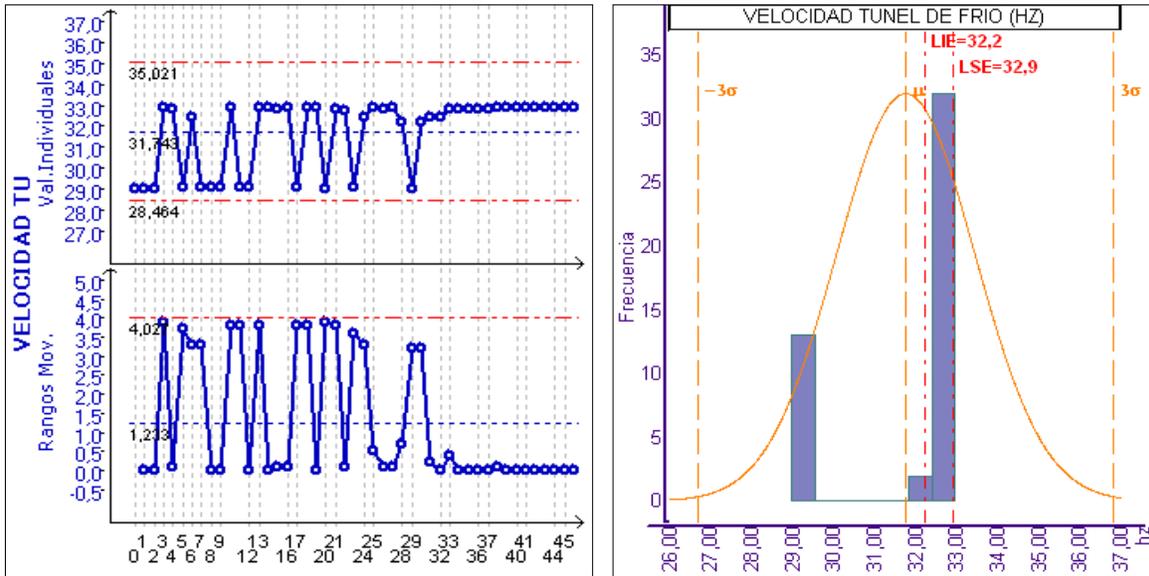
ix) Frecuencia del extrusor (rpm)



x) Temperatura del túnel de frío (°C)



xi) Frecuencia de cinta del túnel de frío (Hz)



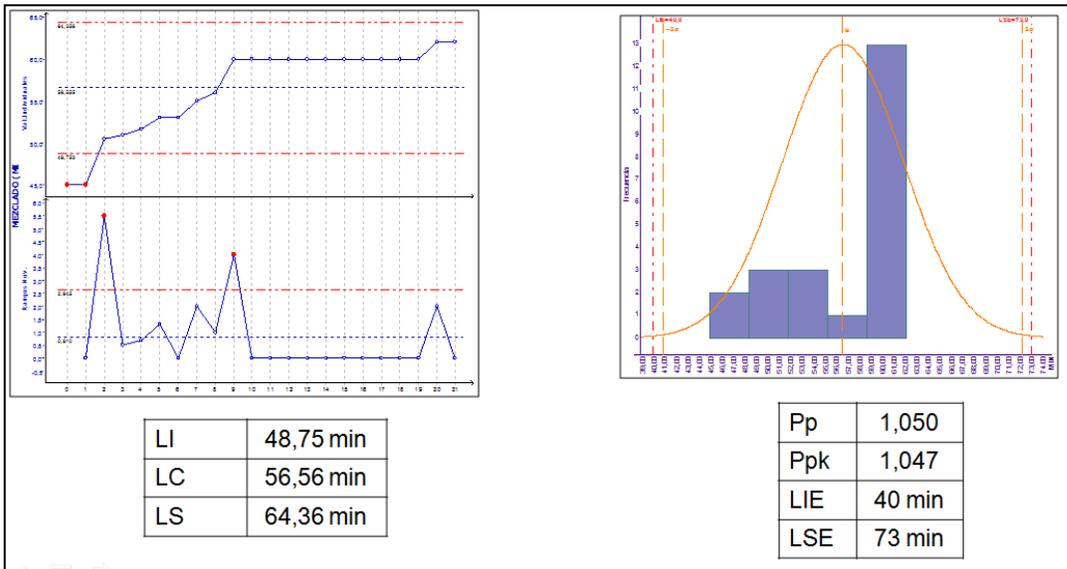
## ANEXO 5: INSPECCIÓN FINAL DEL PROCESO LÍNEA 1 CHICLE SIN AZÚCAR

Se realizó análisis estadístico en SPAC FL mediante gráficos de control e histogramas para las variables después de la implementación de *paso 5*.

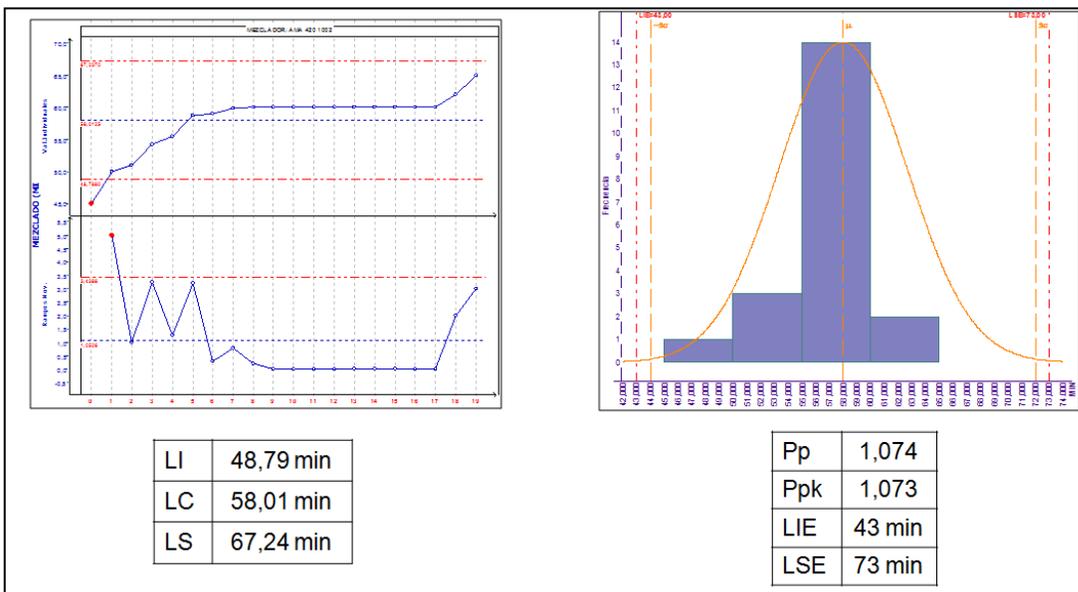
### Mezcladores chicle sin azúcar

i) Tiempo de mezclado de un batch (min)

- Mezclador AMA 420 1001

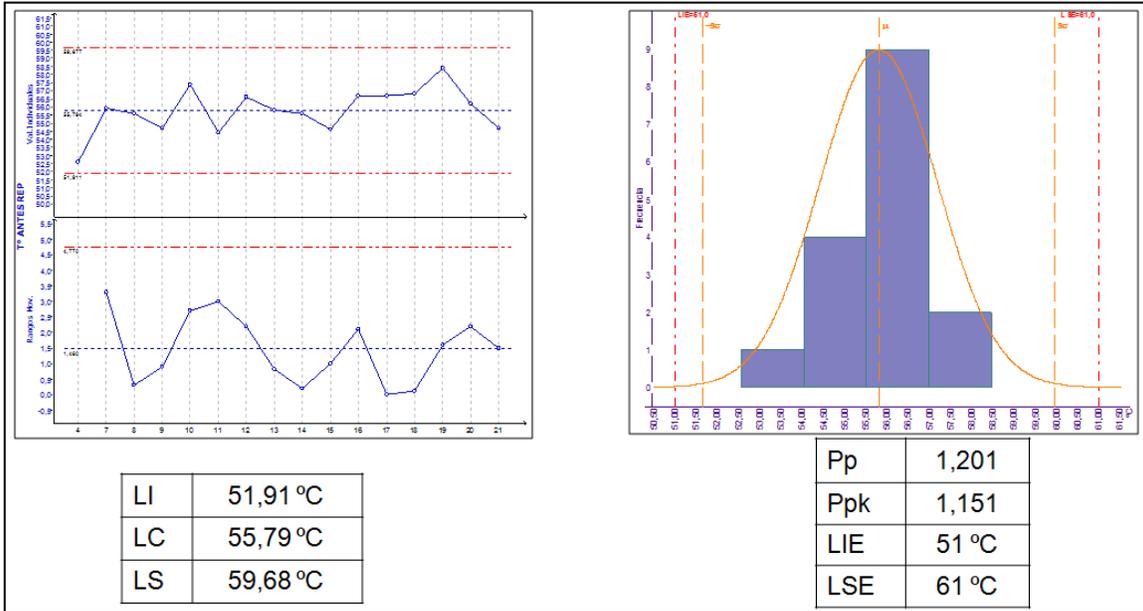


- Mezclador AMA 420 1002

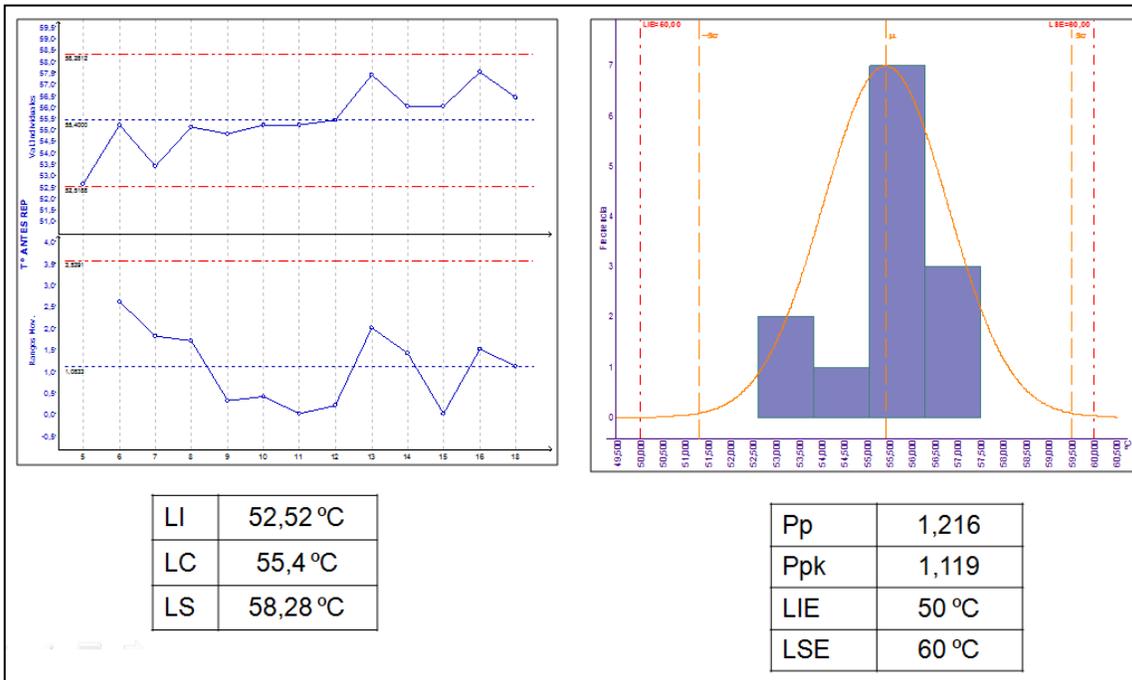


ii) Temperatura antes del reposo (°C)

- Mezclador AMA 420 1001

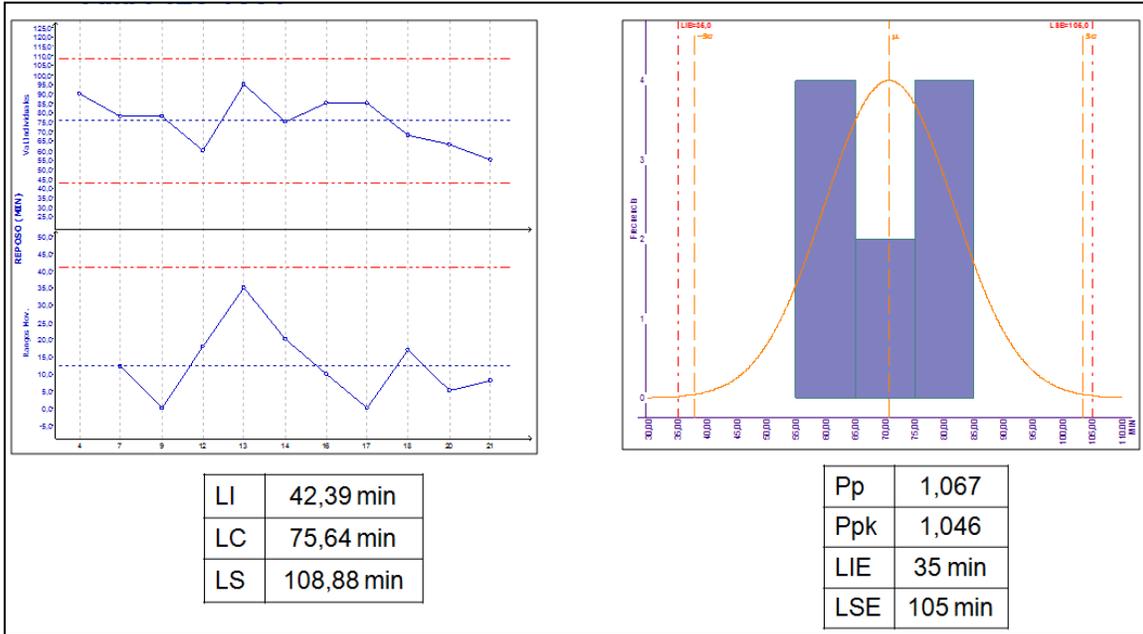


- Mezclador AMA 420 1002

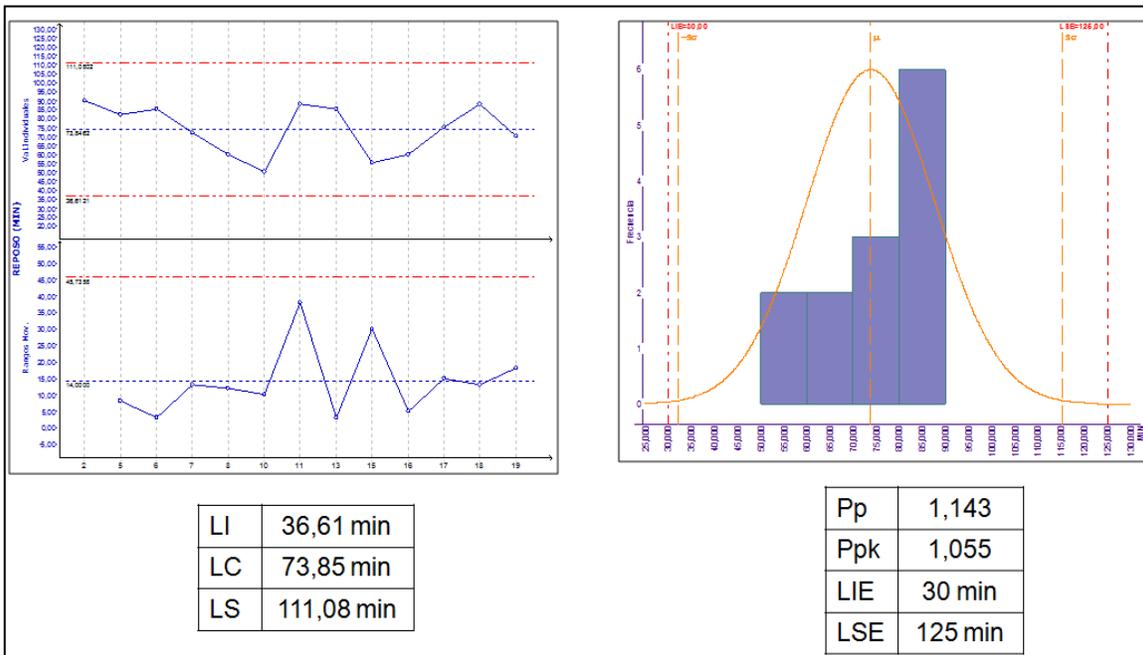


iii) Tiempo de reposo (min)

- Mezclador AMA 420 1001

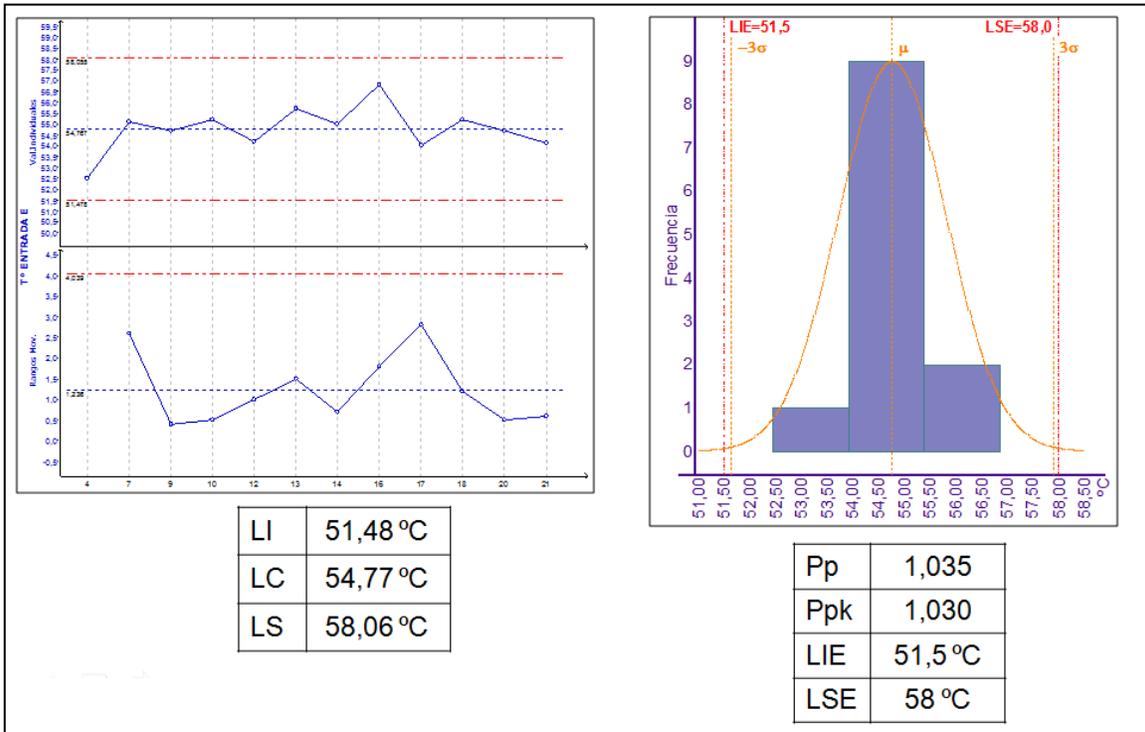


- Mezclador AMA 420 1002

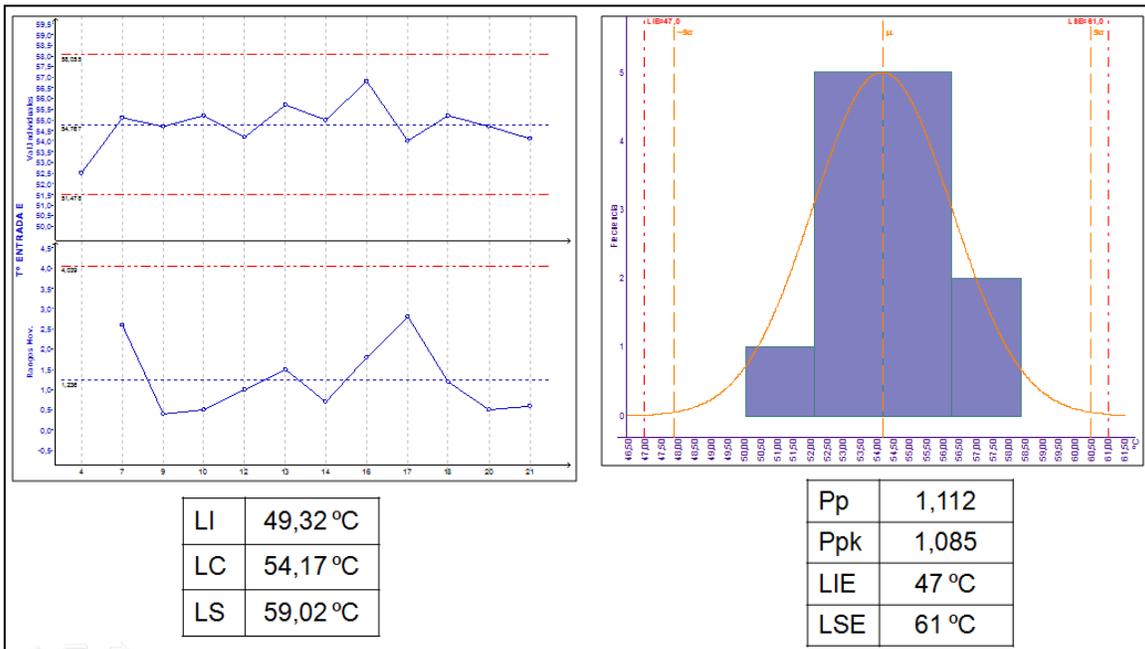


iv) Temperatura de entrada al pre-extrusor (°C)

- Mezclador AMA 420 1001

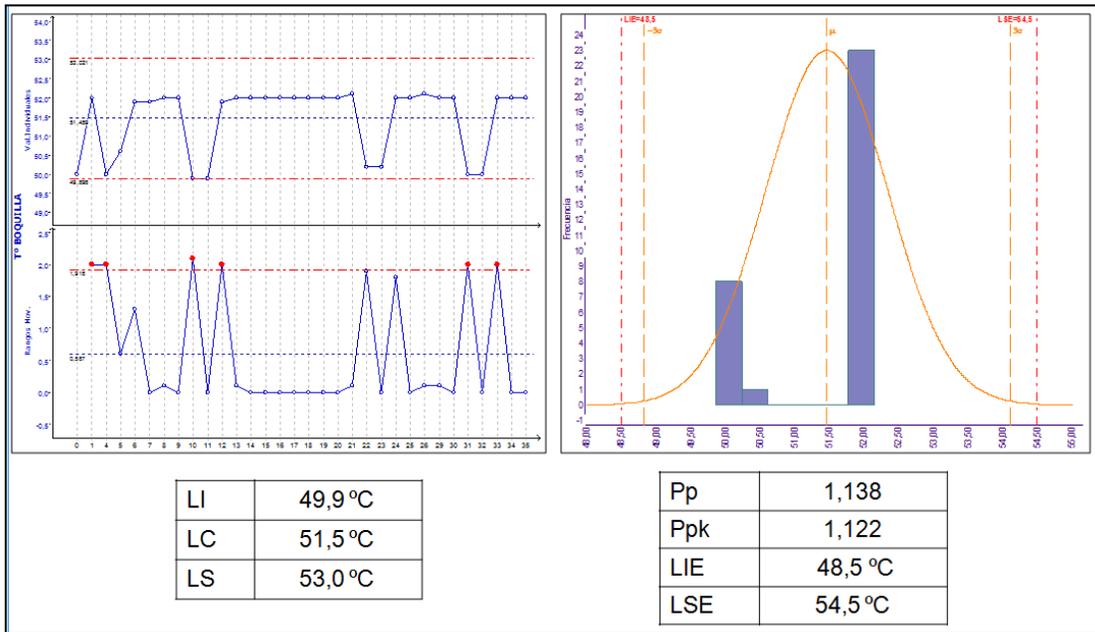


- Mezclador AMA 420 1002

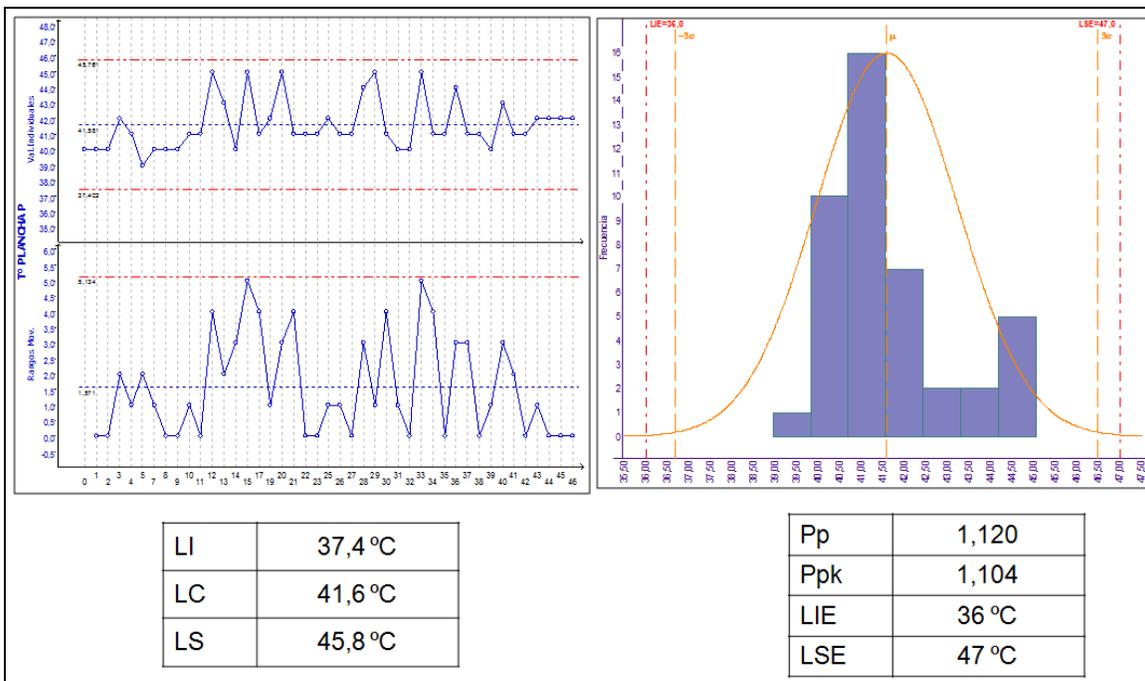


Línea de producción chicle sin azúcar

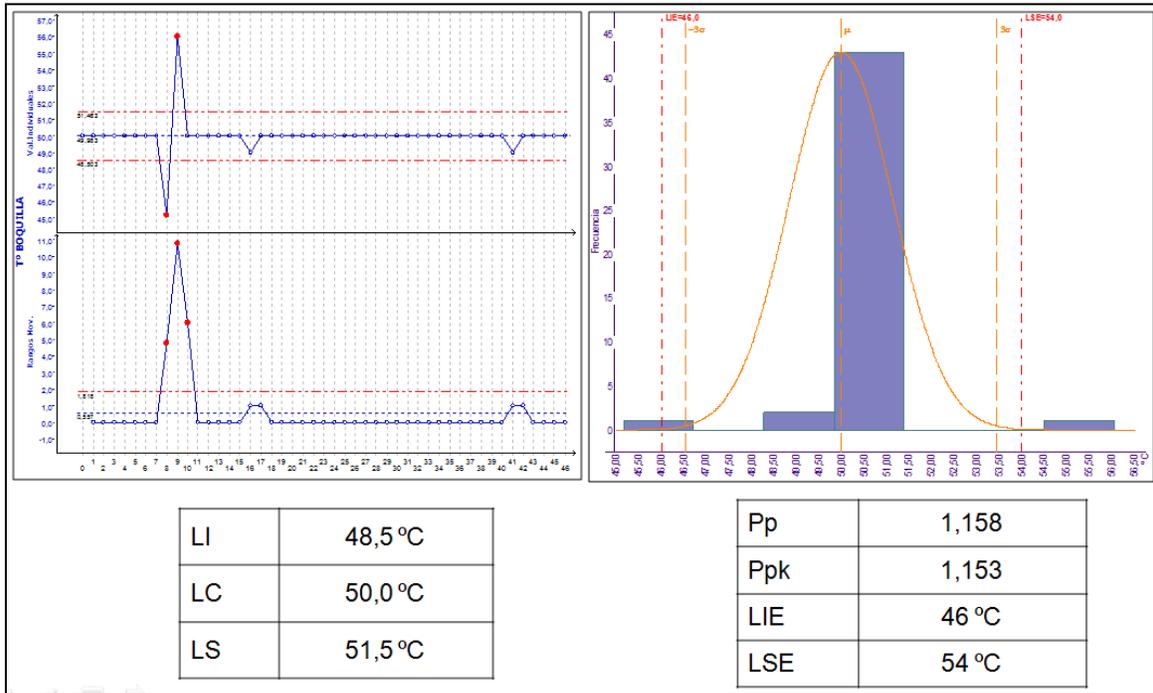
i) Temperatura de la boquilla del pre-extrusor (°C)



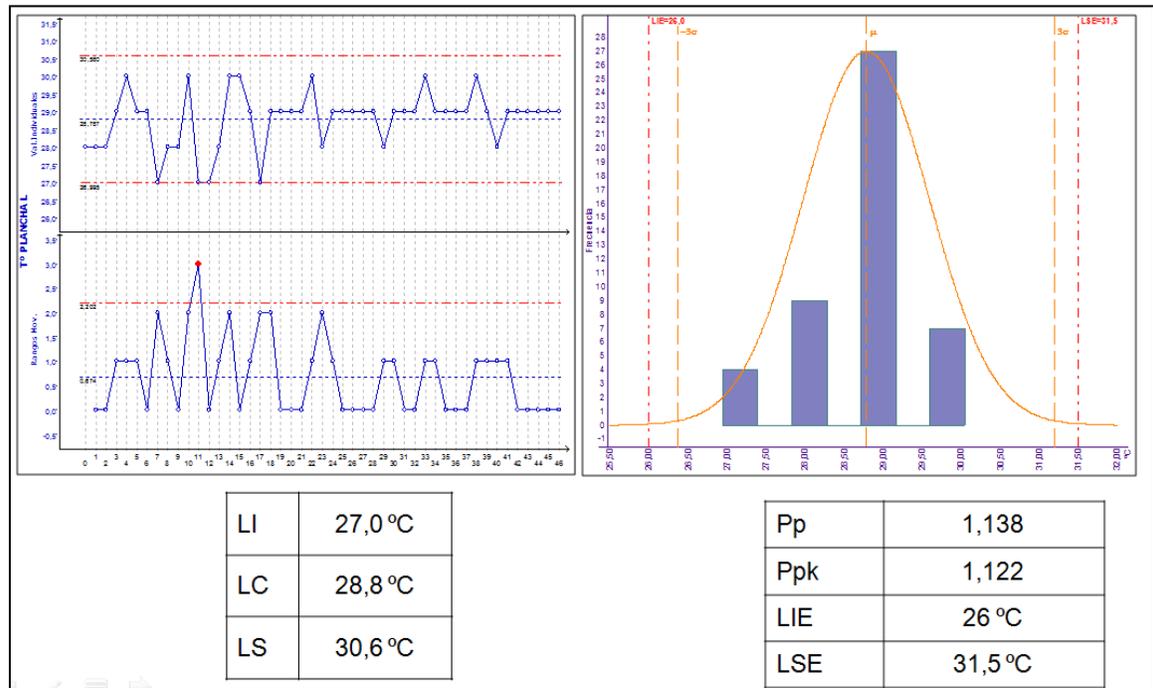
ii) Temperatura de la plancha del pre-extrusor (°C)



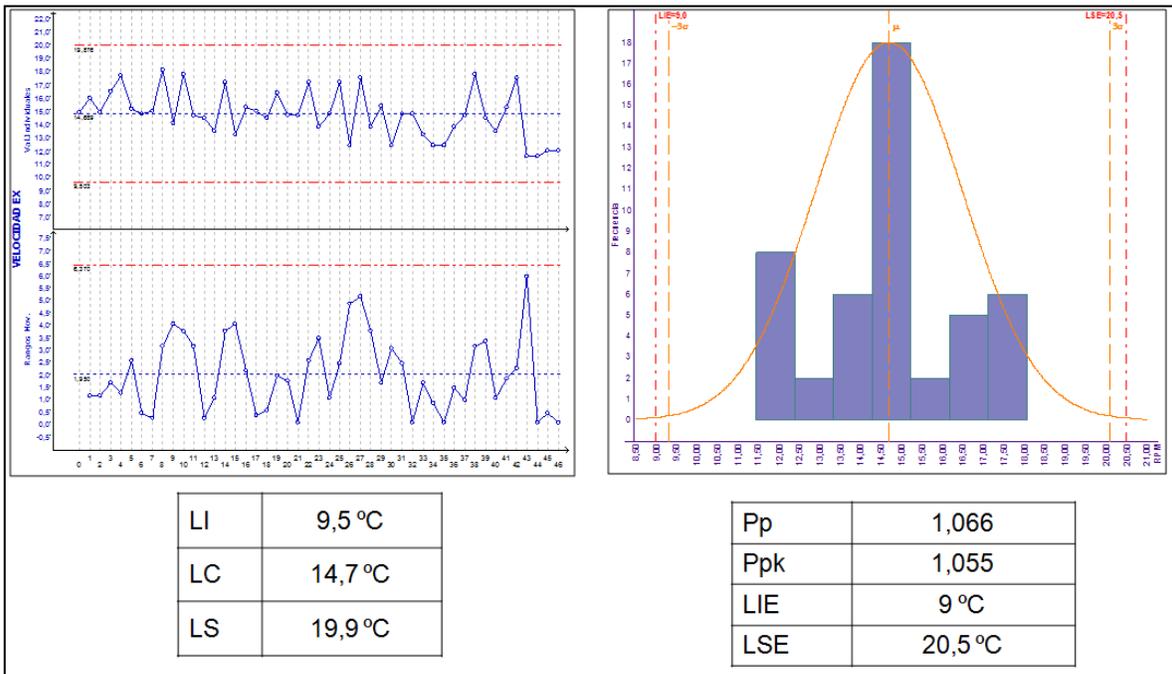
iii) Temperatura de la boquilla del extrusor (°C)



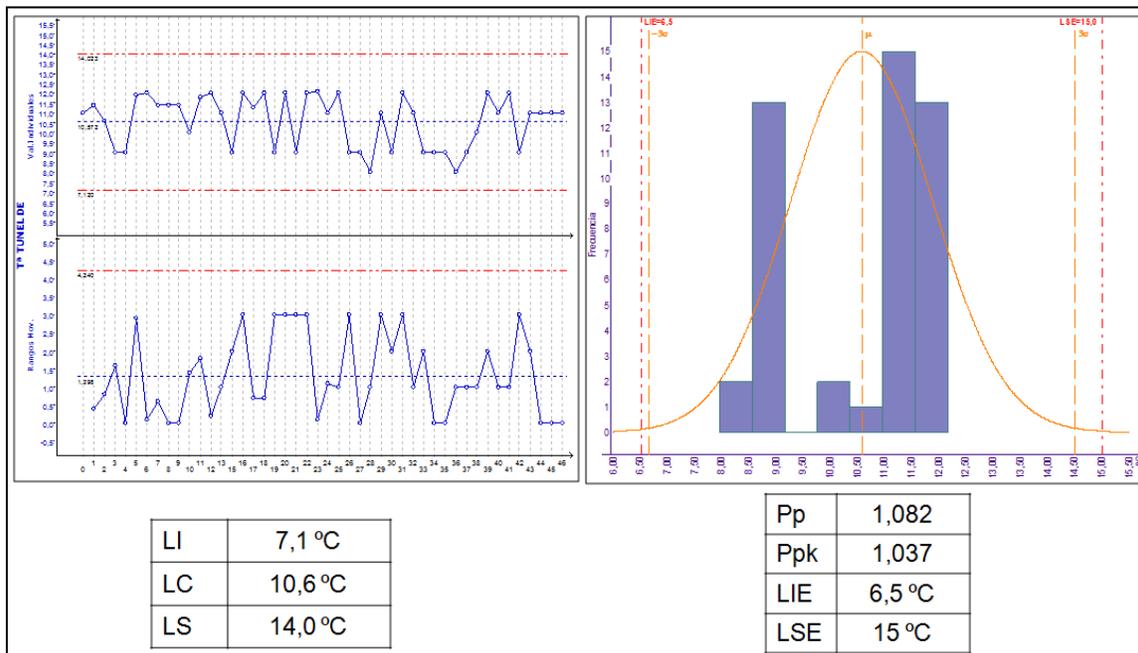
iv) Temperatura de la plancha del extrusor (°C)



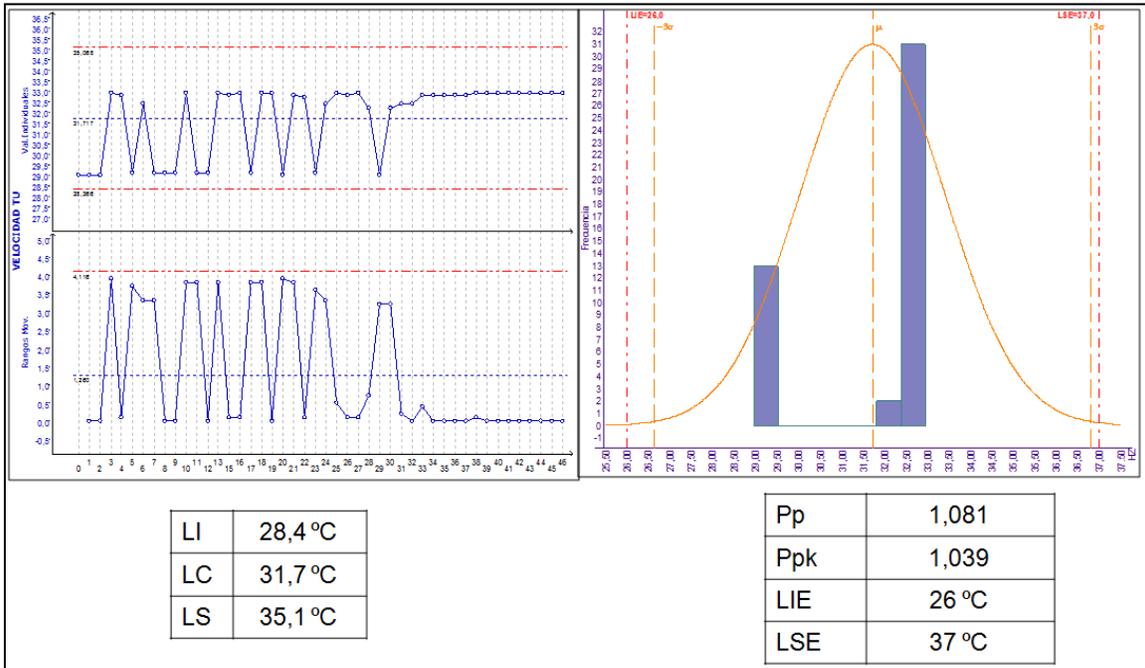
v) Frecuencia del extrusor (rpm)



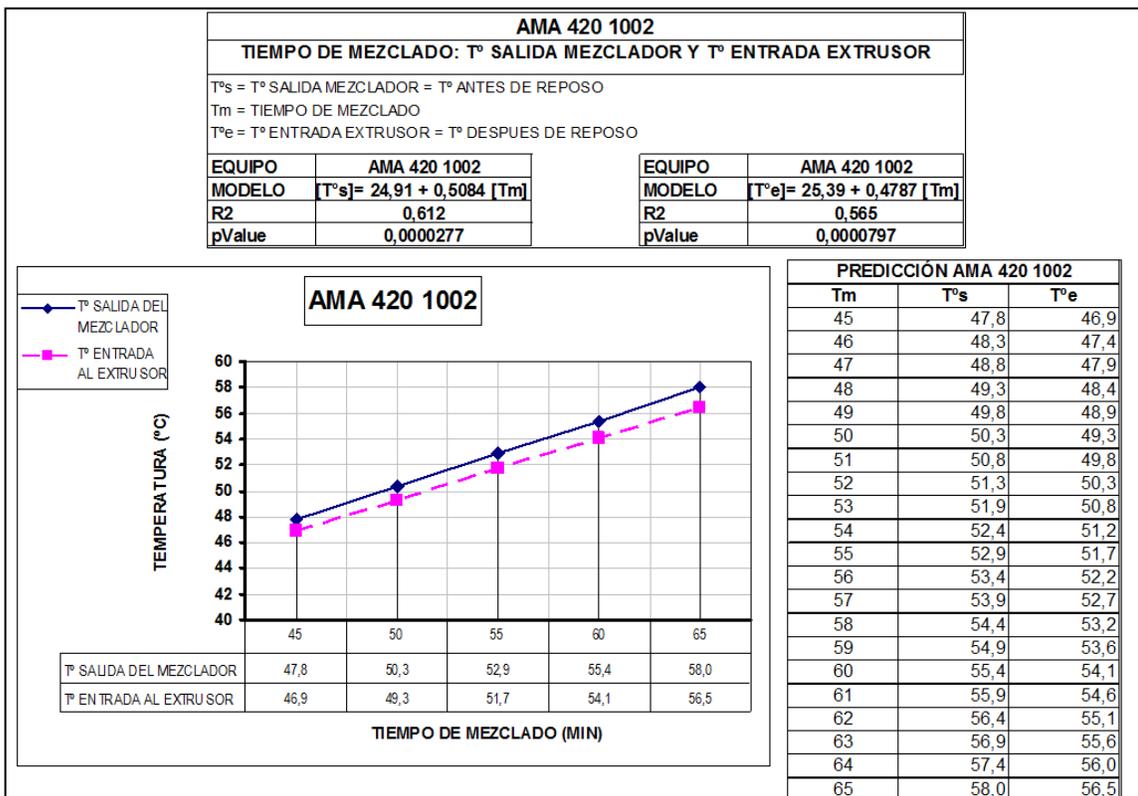
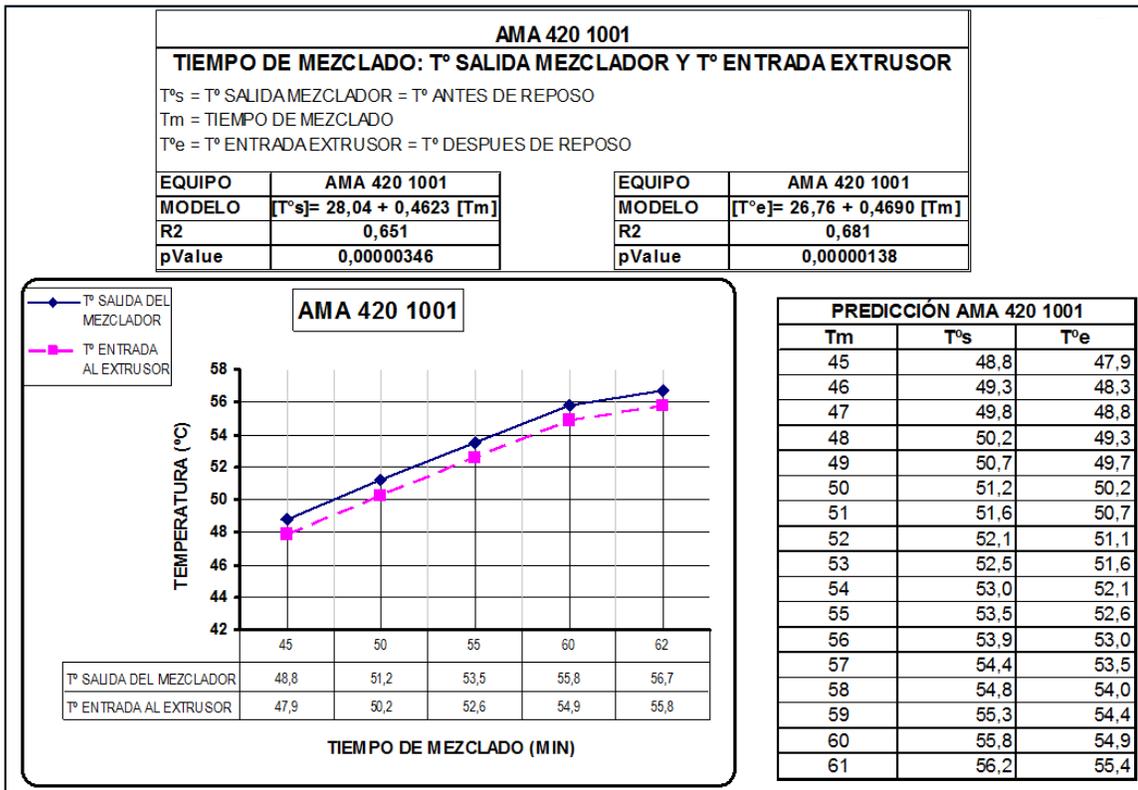
vi) Temperatura del túnel de frío (°C)



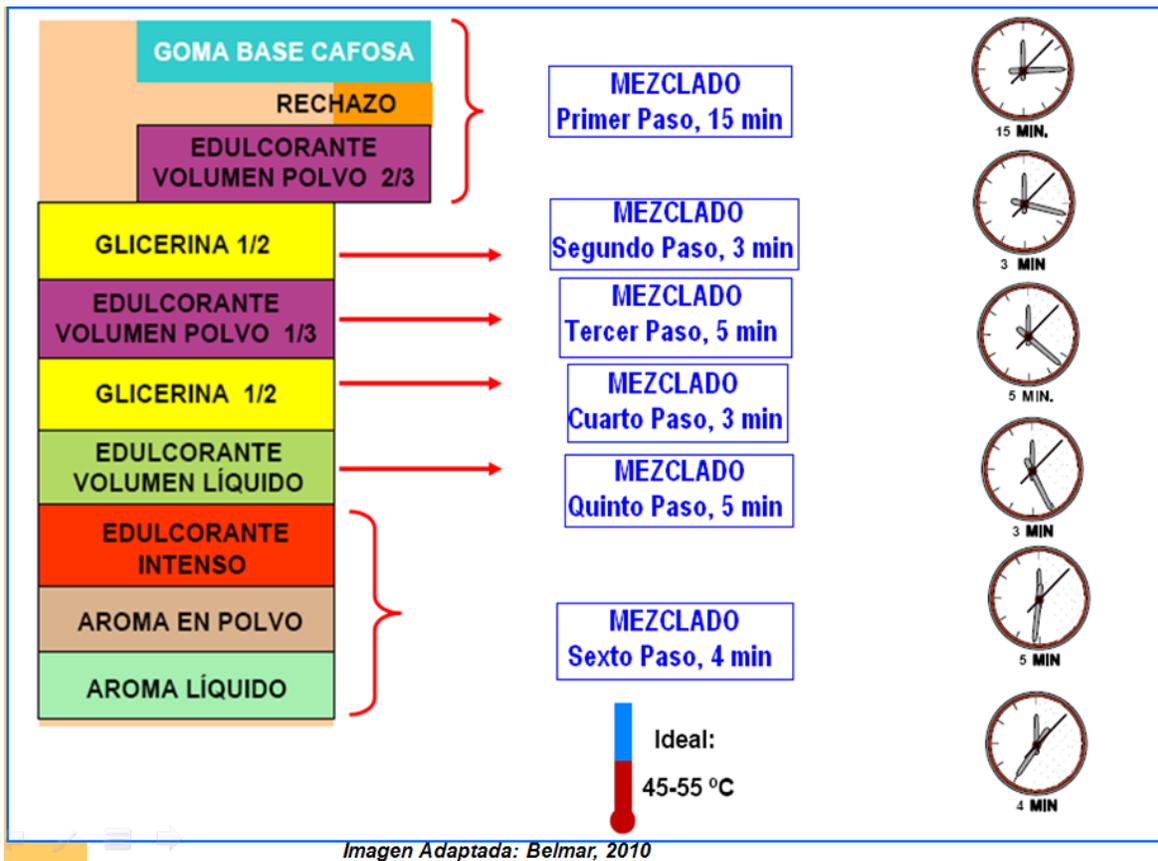
vii) Frecuencia de cinta del túnel de frío (Hz)



## ANEXO 6: MEDIDAS PARA CONTROLAR EL PROCESO LÍNEA 1 CHICLE SIN AZÚCAR



## ANEXO 7: CONTROL VISUAL LÍNEA 1 CHICLE SIN AZÚCAR



## **ANEXO 8: AUDITORÍA DE PASO 5**

A continuación se presentan los ítems que se evaluarán en la auditoría de *paso 5*. Esta evaluación la realizará un auditor de cada pilar, los que corresponden a: mantenimiento autónomo, procesos, mantenimiento planificado, calidad, MAHPI y, capacitación y entrenamiento.

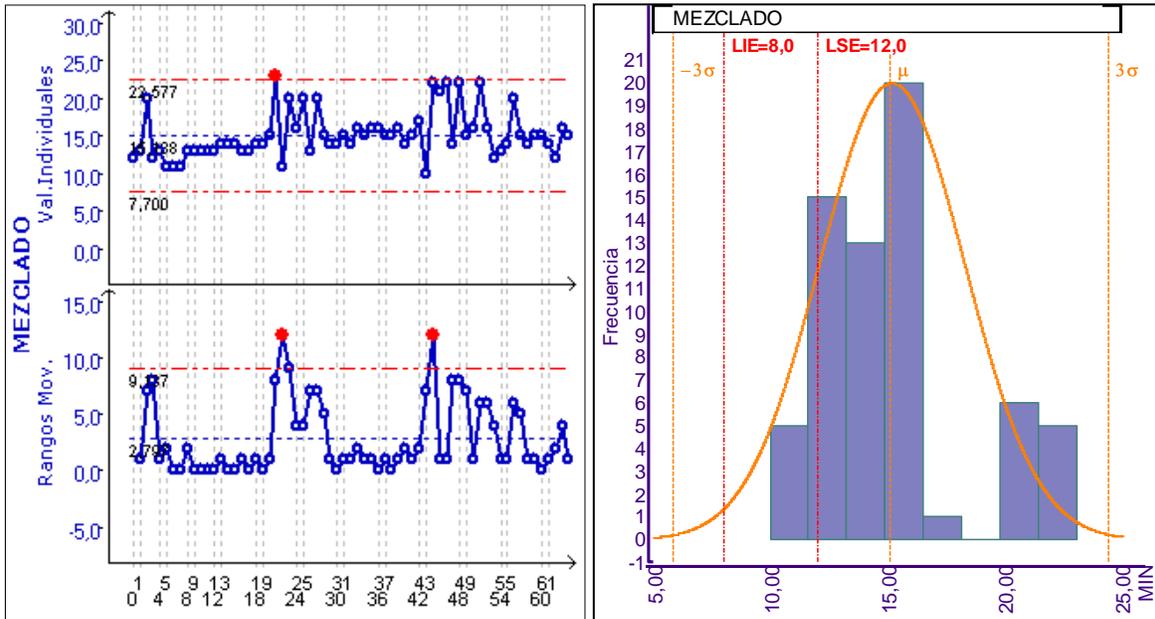
Nº PREG	AUDITOR	OBS
<b>Mantenimiento Autónomo</b>		
1	¿Se comprendieron los conceptos teóricos de este paso? "¿Qué debo hacer?", "¿Para qué lo hago?"	
2	¿Se definieron los objetivos del paso? ¿Son conocidos? ¿Se cumplieron?	
3	¿Se hicieron reuniones del grupo con una frecuencia determinada y se planificaron las paradas de mantenimiento autónomo?	
4	¿Se cumplieron los estándares de limpieza?	
5	¿Se siguieron aplicando mejoras durante este paso para reducir los sitios de difícil limpieza?	
6	¿Se logró el objetivo de 4 h por persona por mes de actividades de mantenimiento autónomo con máquina parada?	
7	¿Se mantuvo actualizado el grupo el avance en la apertura y cierre de tarjetas de anomalías?	
8	¿Se logró el objetivo de generación de 2,4 sugerencias de mejora por persona por mes con un cierre de 80 %?	
9	¿El grupo alcanzó un índice de autonomía de 80 % acumulado?	
10	¿Se conocieron las mayores pérdidas y la eficiencia del sector?	
11	¿Se trataron las paradas menores y los fallos de proceso?	
<b>Procesos</b>		
12	¿Se realizaron los listados de procesos, modos de fallos, defectos e identificación de las causas?	
13	¿Se llevaron registros de la evolución de los puntos controlados y/o inspeccionados? (Peso, temperatura, humedad, etc.)	
14	¿Se realizaron análisis de los datos registrados y se plantearon actividades de mejora basándose en los mismos?	
15	¿Se realizaron los esquemas de cada uno de los procesos?	
16	¿Se realizó el listado de productos que conforman el proceso?	
17	¿Los integrantes pudieron explicar el proceso y las transformaciones que quedaron bajo control de estándares?	
18	¿Se contaba con un cronograma del sector en ejecución con detalle de fechas de auditorías? ¿Se actualizó y se conocía el avance?	
19	¿Se contaba con un tablero de indicadores actualizado? ¿Se entendía y podía explicar cada uno de ellos?	
<b>Mantenimiento Planificado</b>		
20	¿Se cumplieron los estándares de lubricación, ajuste e inspección?	
21	¿Se observaron filtraciones o pérdidas por lubricación?	
22	¿Se siguieron mejorando los sitios de difícil lubricación?	
23	¿Se siguieron mejorando durante este paso los sitios de difícil inspección a través del uso generalizado de controles visuales?	
24	¿Se realizaron acciones correctivas (mejoras, estándares) en las partes que presentaron fallas?	

<b>Calidad</b>		
25	¿Se encontraron equipos con arreglos improvisados (alambre, cinta, cartón)? ¿Existían elementos innecesarios o raramente usados en la máquina y su entorno? ¿Se mantuvo el orden y la limpieza?	
26	¿Se siguieron aplicando mejoras durante este paso para reducir los sitios de contaminación?	
27	¿Se observó una reducción en la cantidad de no conformes, reclamos, entre otros, desde el inicio del paso? (Ver reducción en los indicadores).	
28	¿Se conoció y participó en el tratamiento de solución de problemas (TSP) respectivos a la línea de producción?	
29	¿Se participó en el grupo de solución de no conformes y reclamos?	
30	¿Se realizaron acciones correctivas (mejoras, estándares) en las partes que presentaron defectos de calidad?	
31	¿Se conocieron los principales defectos en el sector de trabajo, la cantidad de producto no conforme y los reclamos de los clientes?	
32	¿Se ingresaron los datos de control de proceso y productos en el sistema SPAC?	
33	¿El personal aplicó las buenas prácticas de manufactura?	
<b>Medio Ambiente, Higiene y Protección Industrial (MAHPI)</b>		
34	¿Se cumplieron los estándares de seguridad?	
35	¿Se cumplió con la clasificación de los residuos?	
36	¿Se logró no tener accidentes con baja médica?	
37	¿La máquina o sector no presentó puntos de riesgo medio (4 - 6)?	
38	¿Los métodos de trabajo rutinarios no implicaron riesgos mayores a 3?	
39	¿Se cumplió con el objetivo de generación de una tarjeta de susto (TS) por persona al mes y cierre de tarjetas de susto con un 90 %?	
<b>Capacitación y Entrenamiento</b>		
40	¿Se contó con el material de formación y consulta para cada uno de los procesos?	
41	¿Se generaron nuevas lecciones de un punto (LUP)? ¿Se llevaron registros de la cantidad de LUPs por mes? ¿Se enseñaron a todos los operarios del sector y en todos los turnos?	
42	¿Se realizó la capacitación sobre los procesos a todos los integrantes del grupo y la aprobaron?	

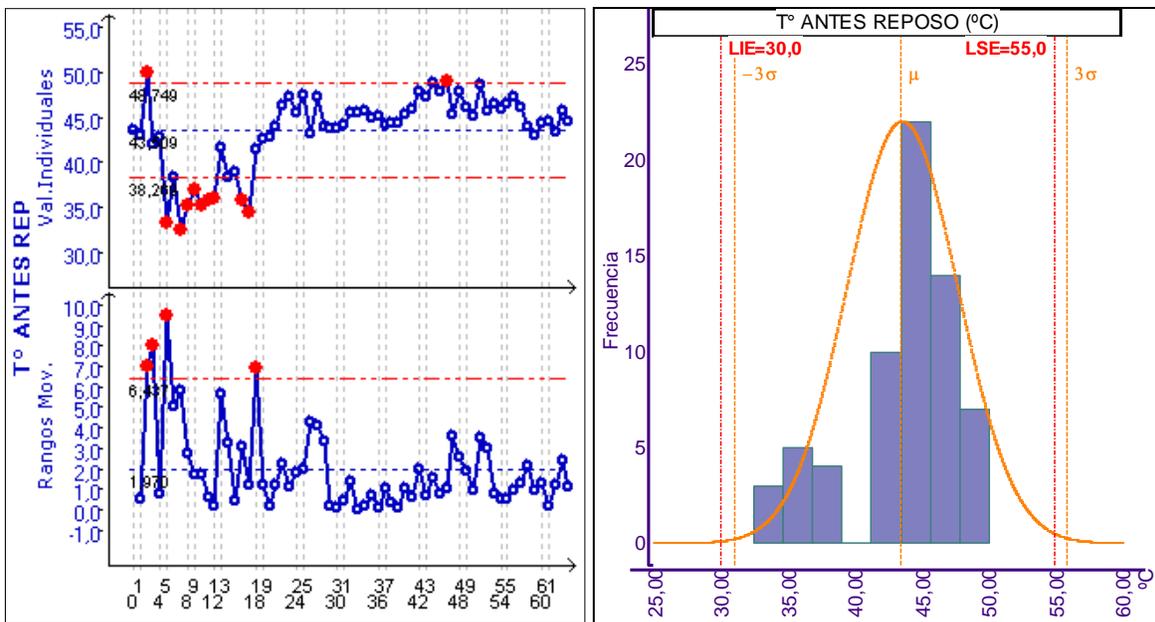
## ANEXO 9: INSPECCIÓN INICIAL DE PROCESO LÍNEA 2 CHICLE CON AZÚCAR

Se realizó análisis estadístico en SPAC FL mediante gráficos de control e histogramas antes de la implementación de *paso 5*.

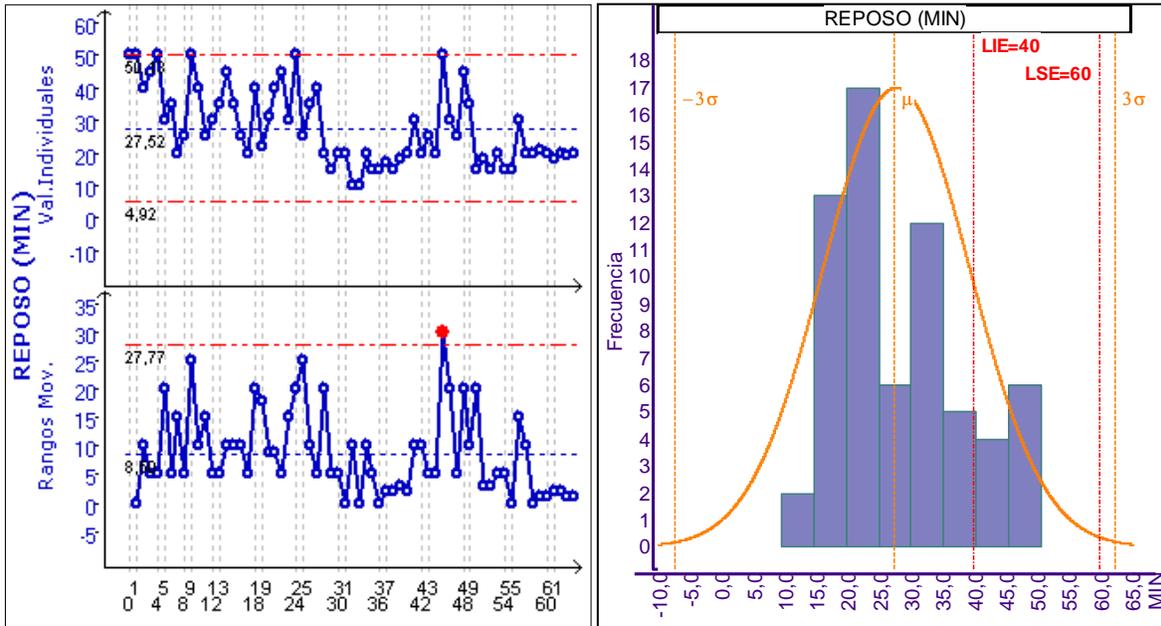
i) Tiempo de mezclado de un batch (min)



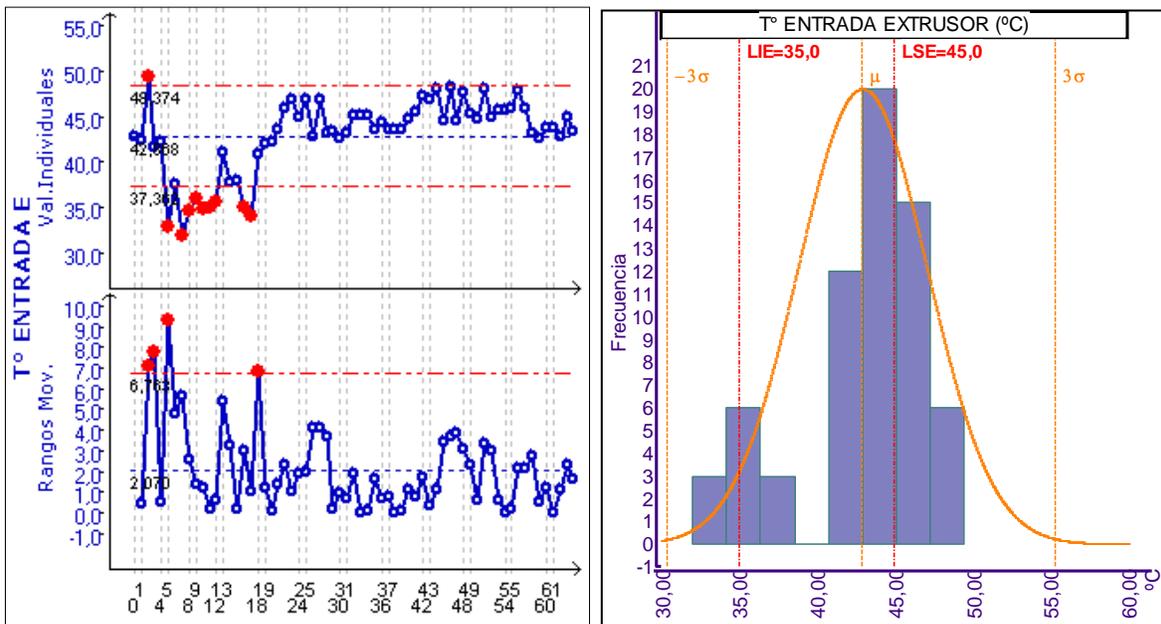
ii) Temperatura antes del reposo (°C)



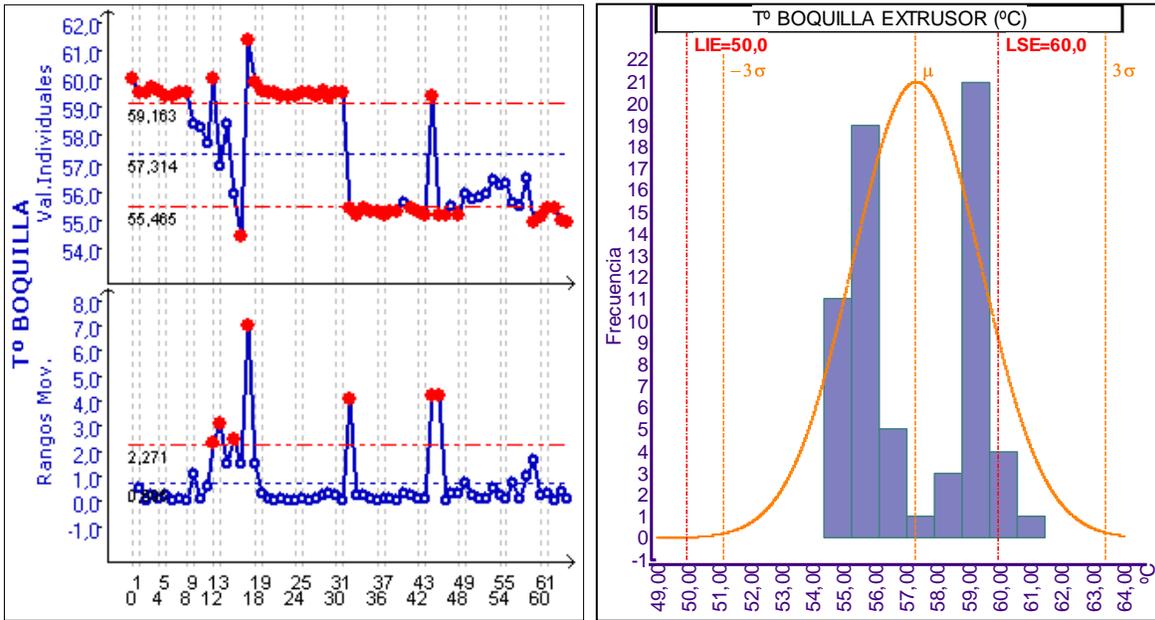
iii) Tiempo de reposo (min)



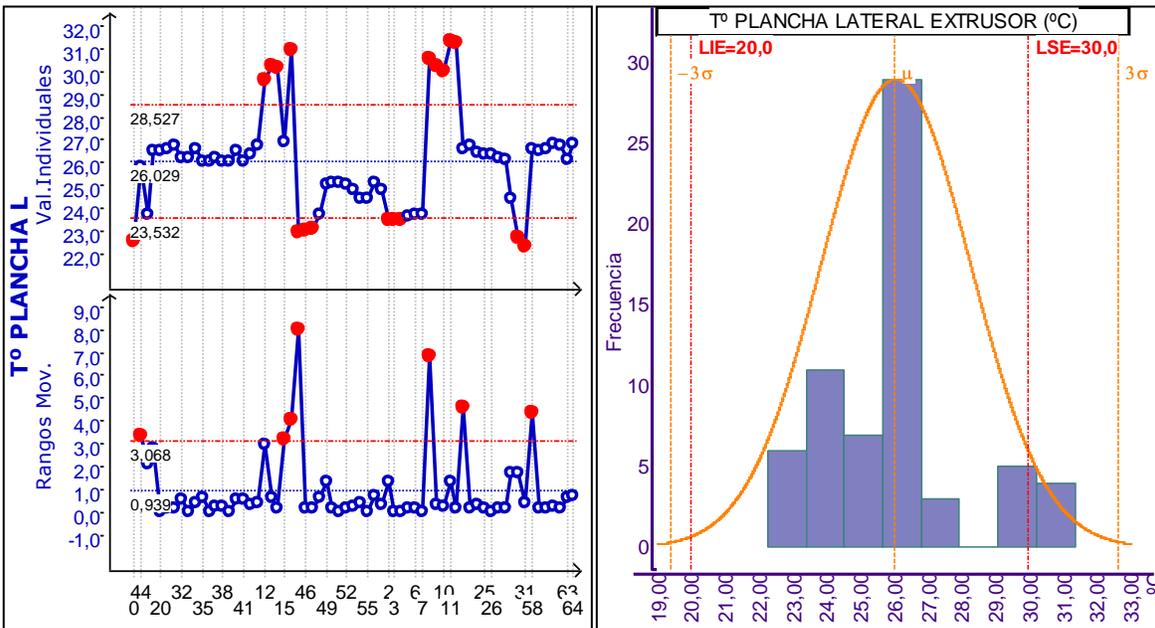
iv) Temperatura de entrada al extrusor (°C)



v) Temperatura de la boquilla del extrusor (°C)

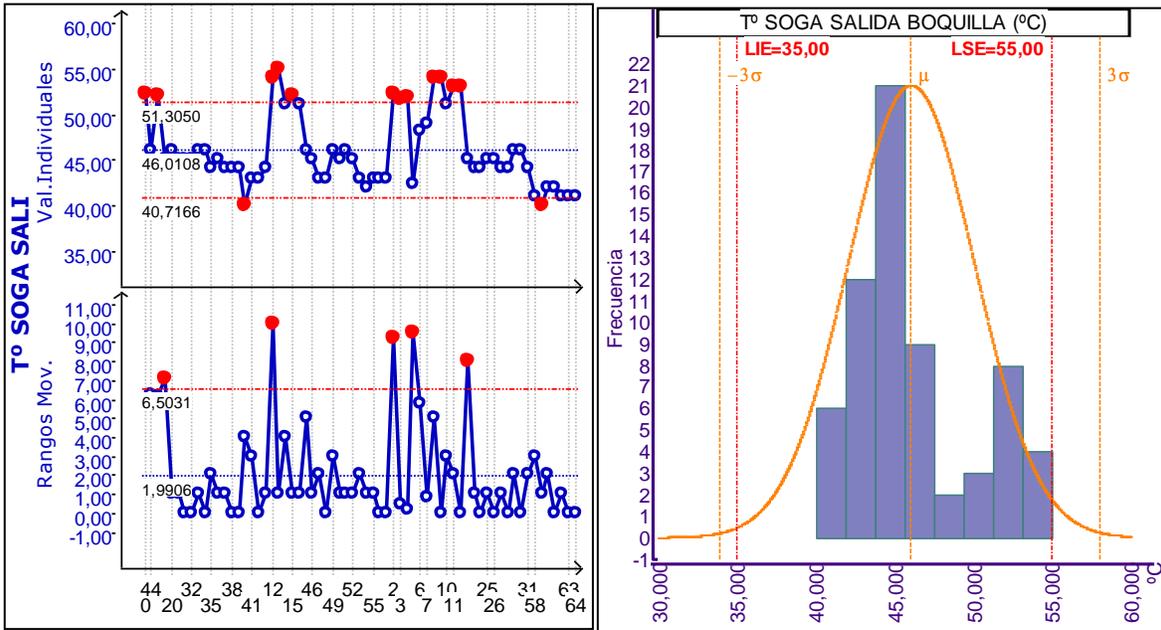


vi) Temperatura de la plancha del extrusor (°C)

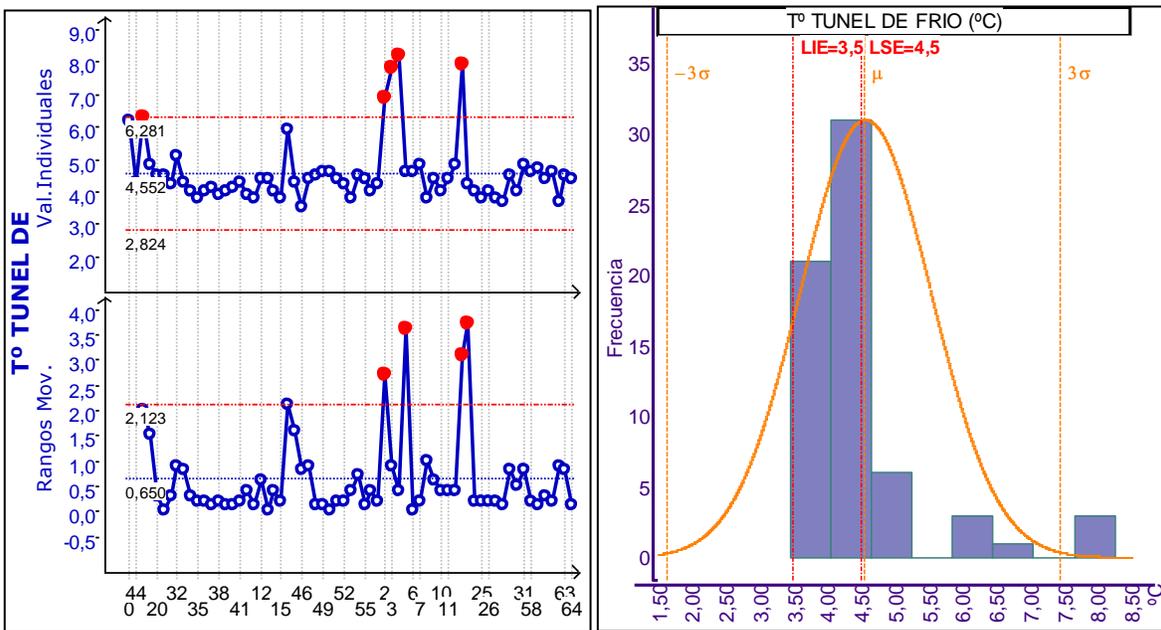




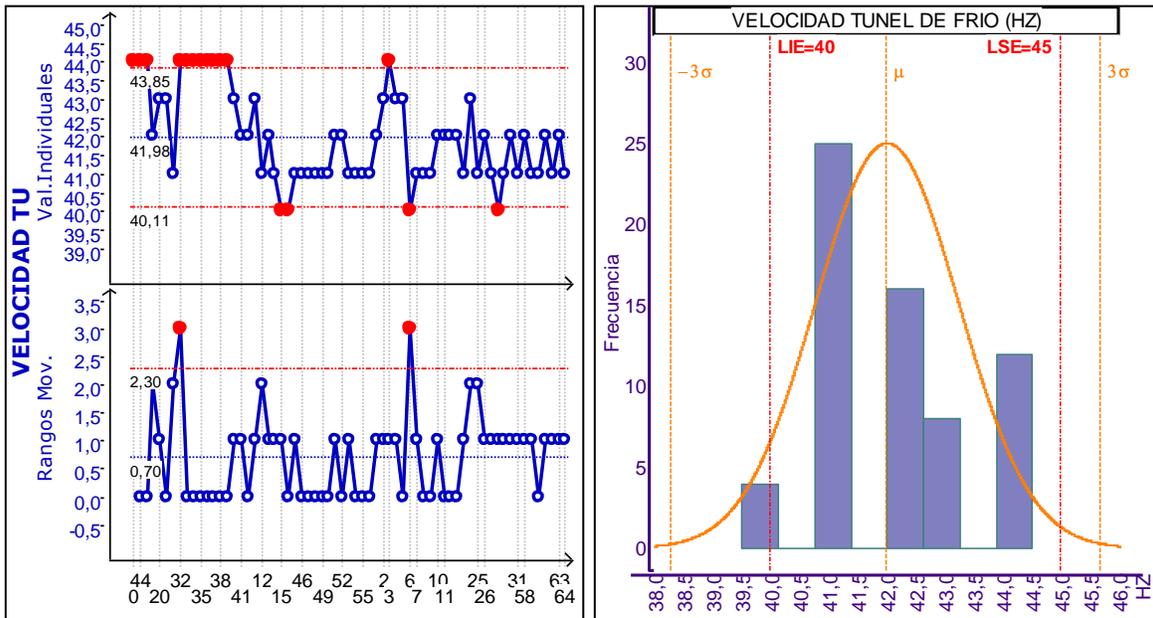
ix) Temperatura de la sog a la salida de la boquilla del extrusor (°C)



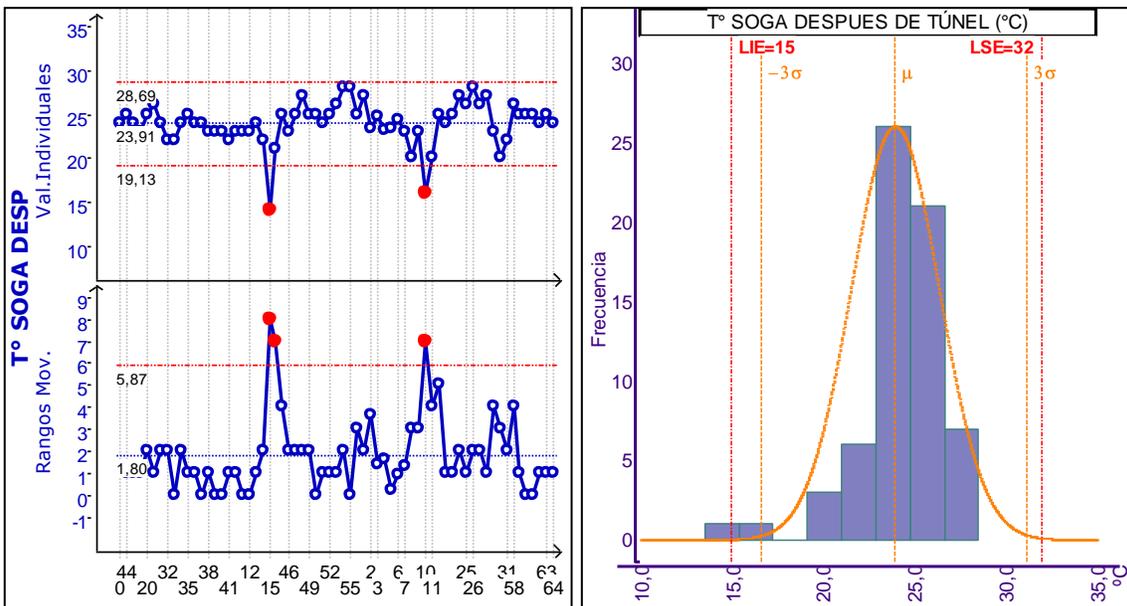
x) Temperatura del túnel de frío (°C)



xi) Frecuencia de la cinta del túnel de frío (Hz)



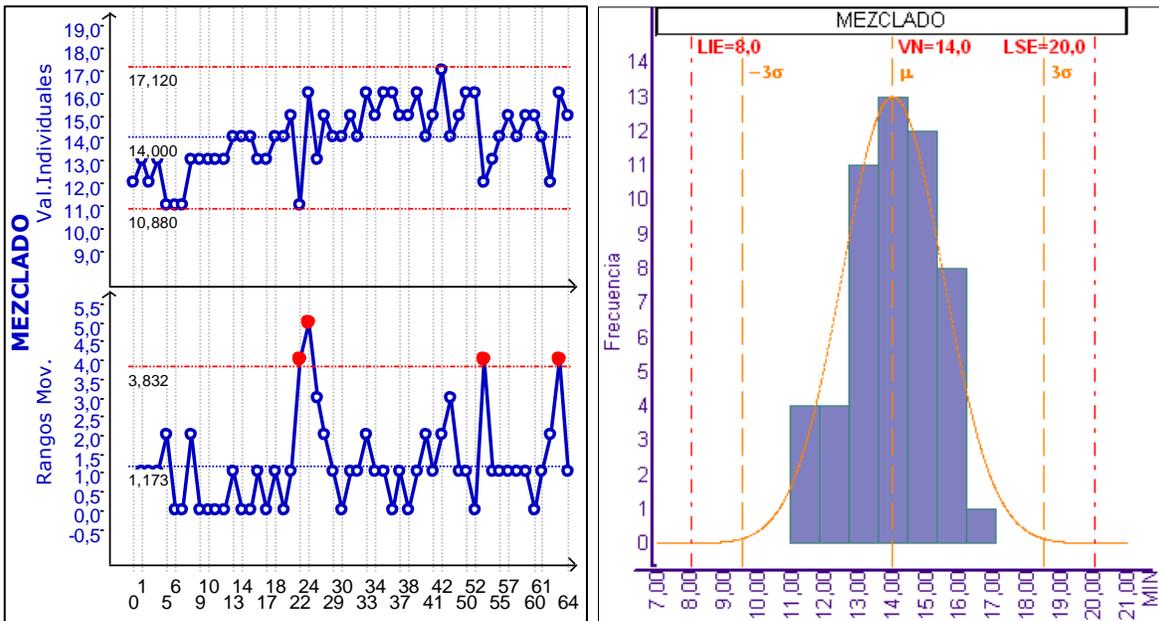
xii) Temperatura de la sogá después del túnel (°C)



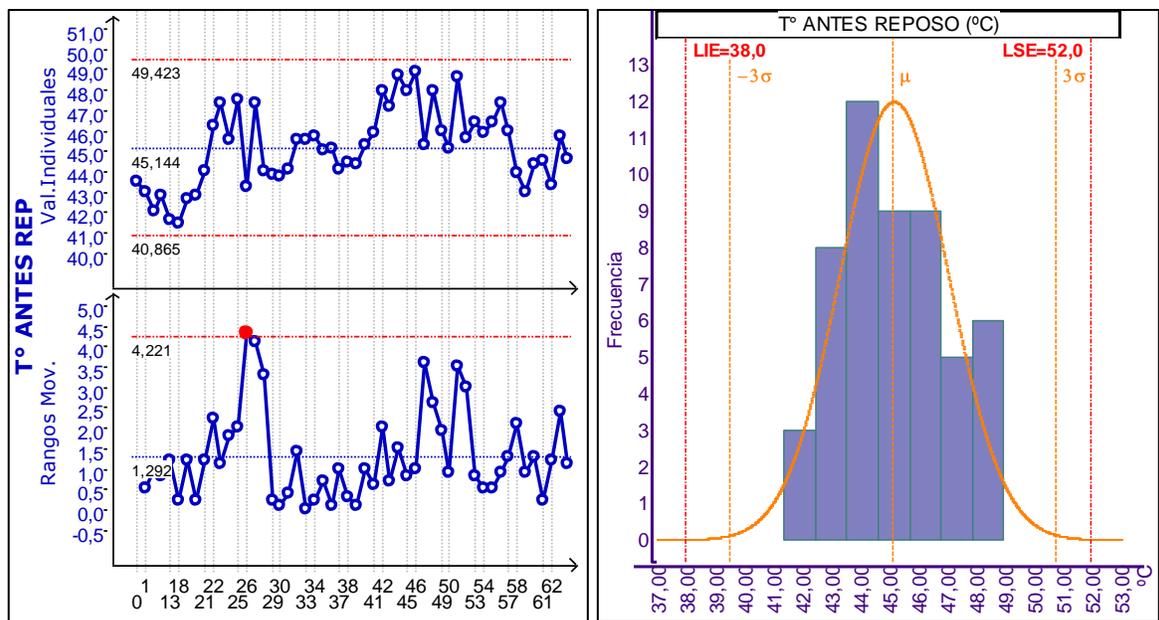
## ANEXO 10: INSPECCIÓN FINAL DE PROCESO LÍNEA 2 CHICLE CON AZÚCAR

Se realizó análisis estadístico en SPAC FL mediante gráficos de control e histogramas después de la implementación de *paso 5*.

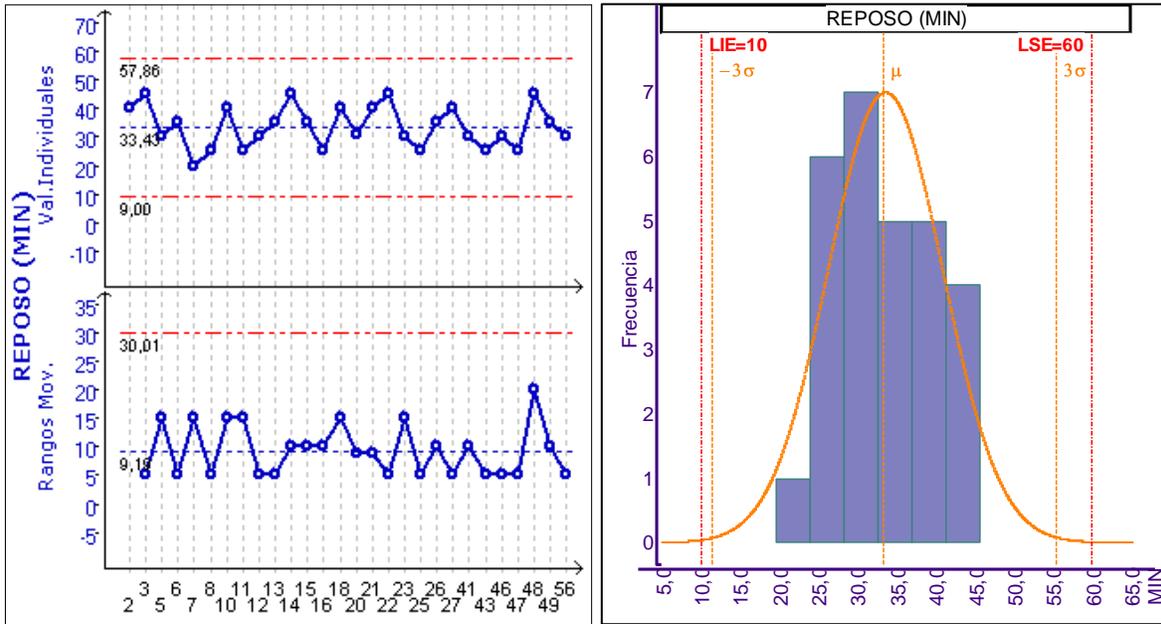
### i) Tiempo de mezclado de un batch (min)



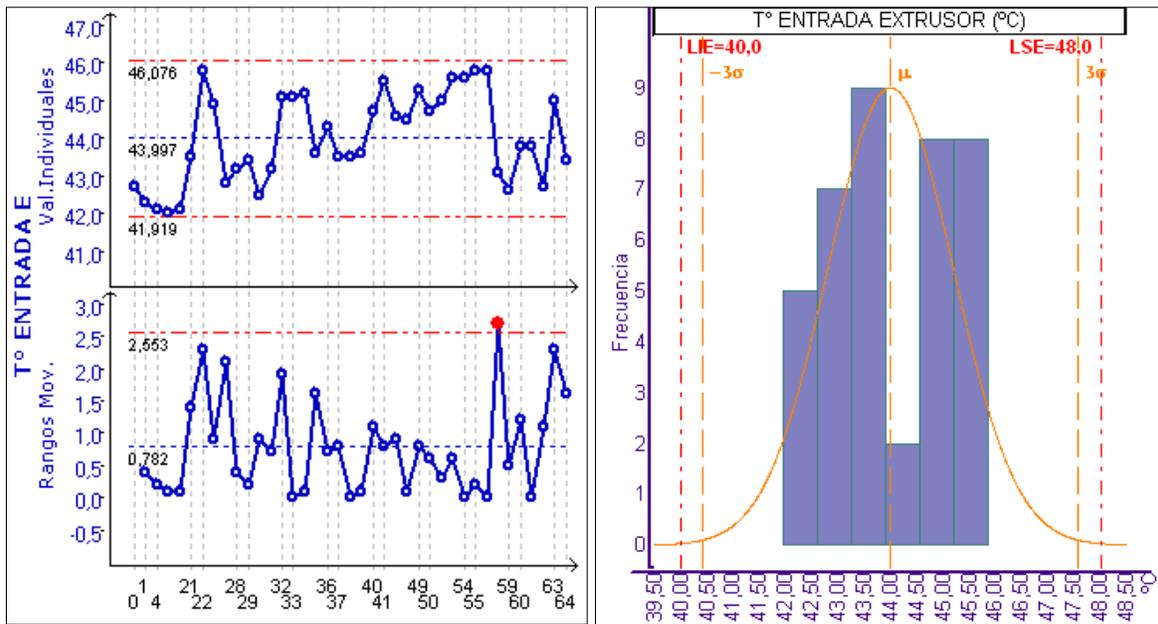
### ii) Temperatura antes del reposo (°C)



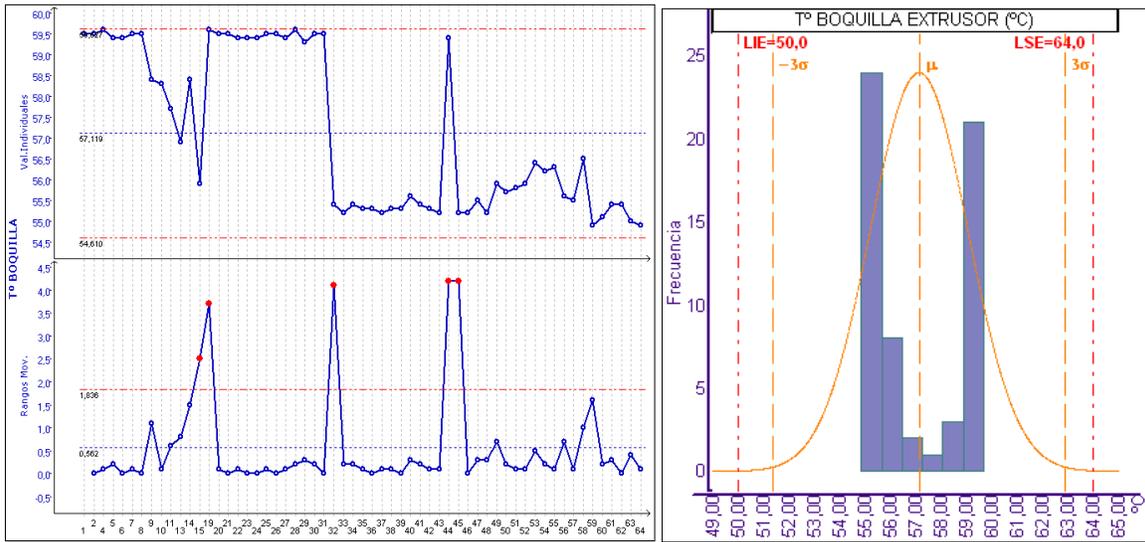
iii) Tiempo de reposo (min)



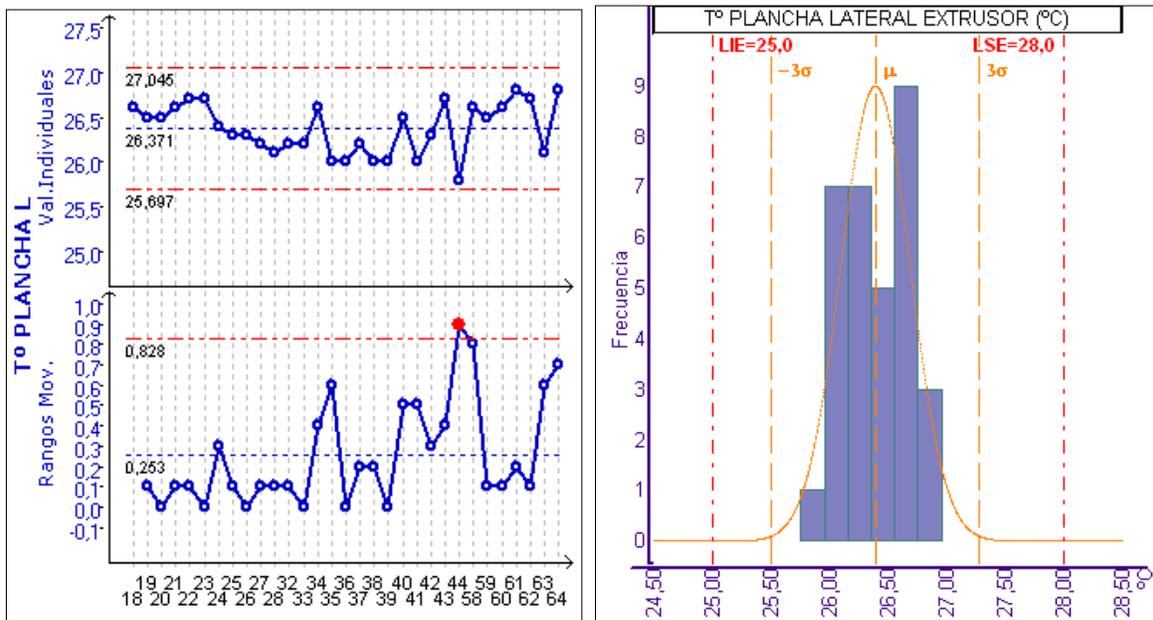
iv) Temperatura de entrada al extrusor (°C)



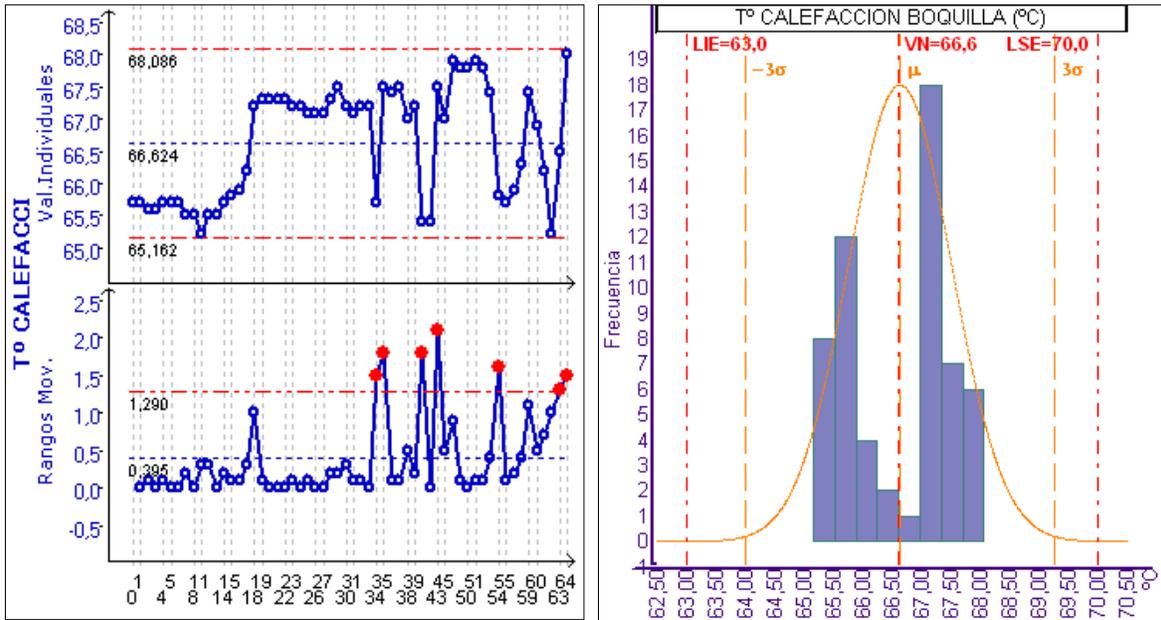
v) Temperatura de la boquilla del extrusor (°C)



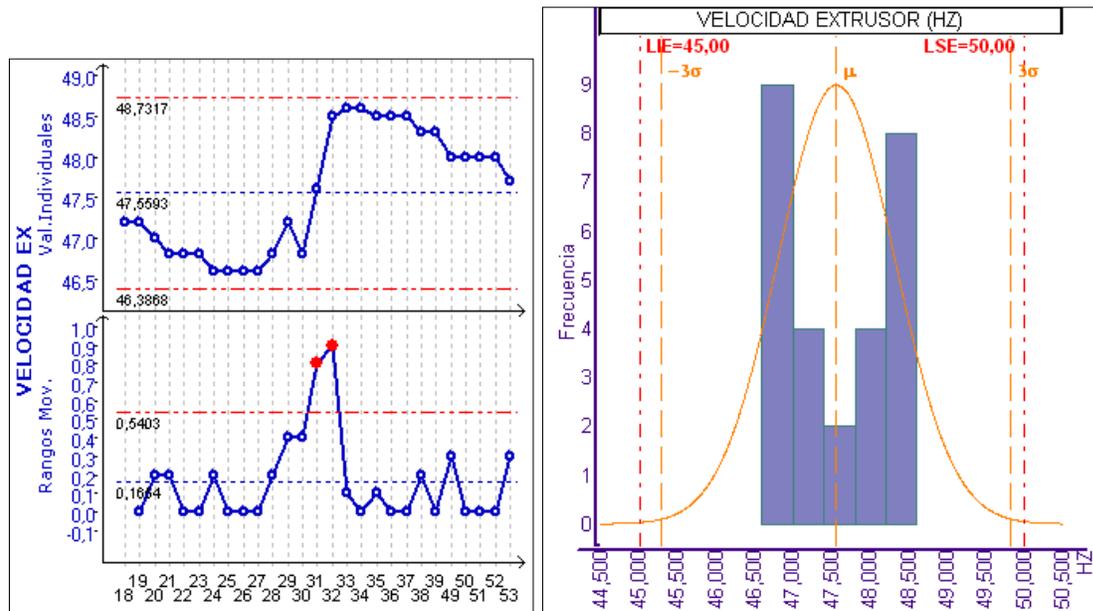
vi) Temperatura de la plancha del extrusor (°C)



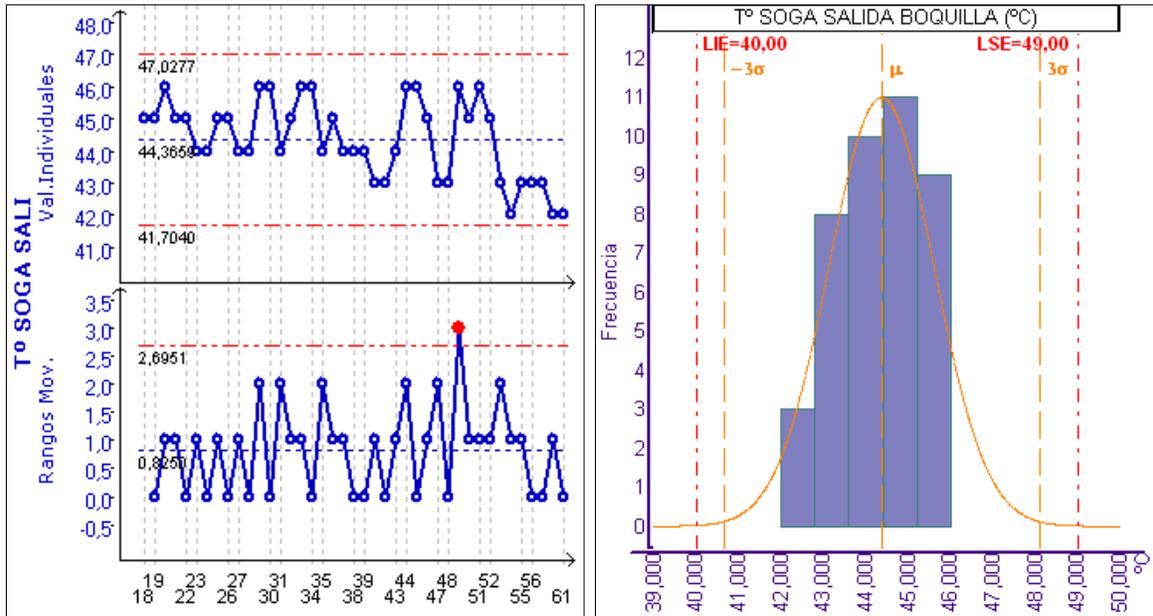
vii) Temperatura calefacción boquilla (°C)



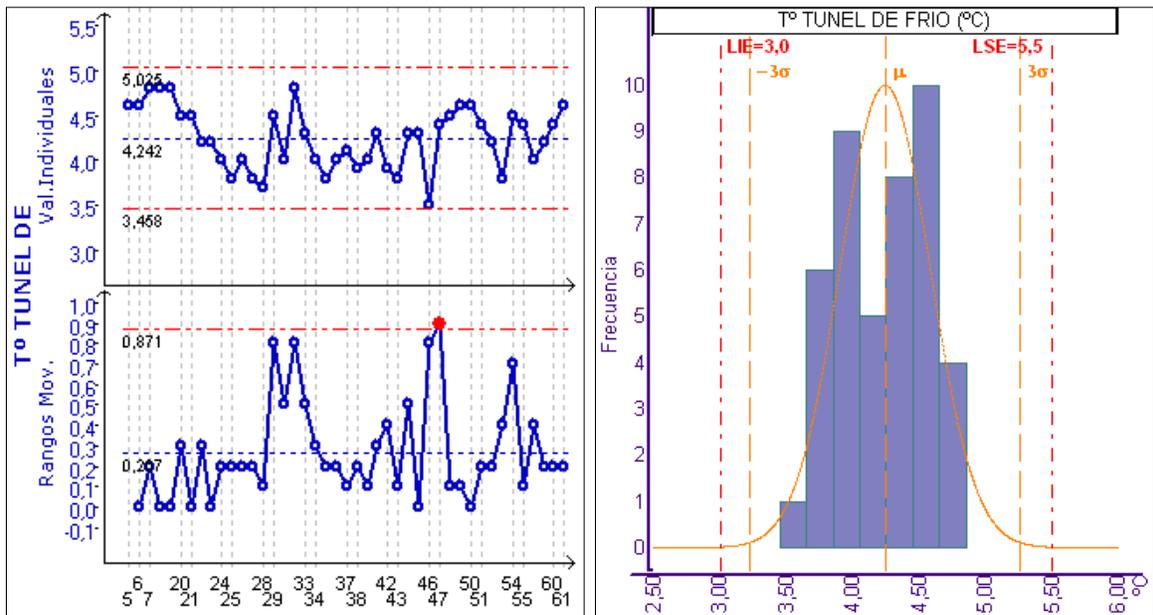
viii) Frecuencia del extrusor (rpm)



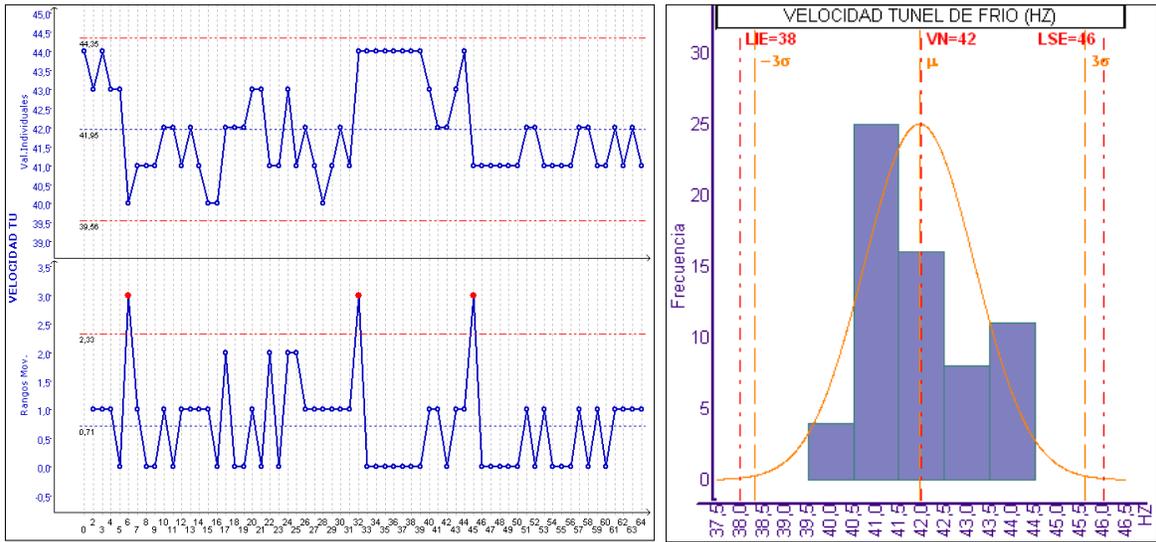
ix) Temperatura de la sog a la salida de la boquilla del extrusor (°C)



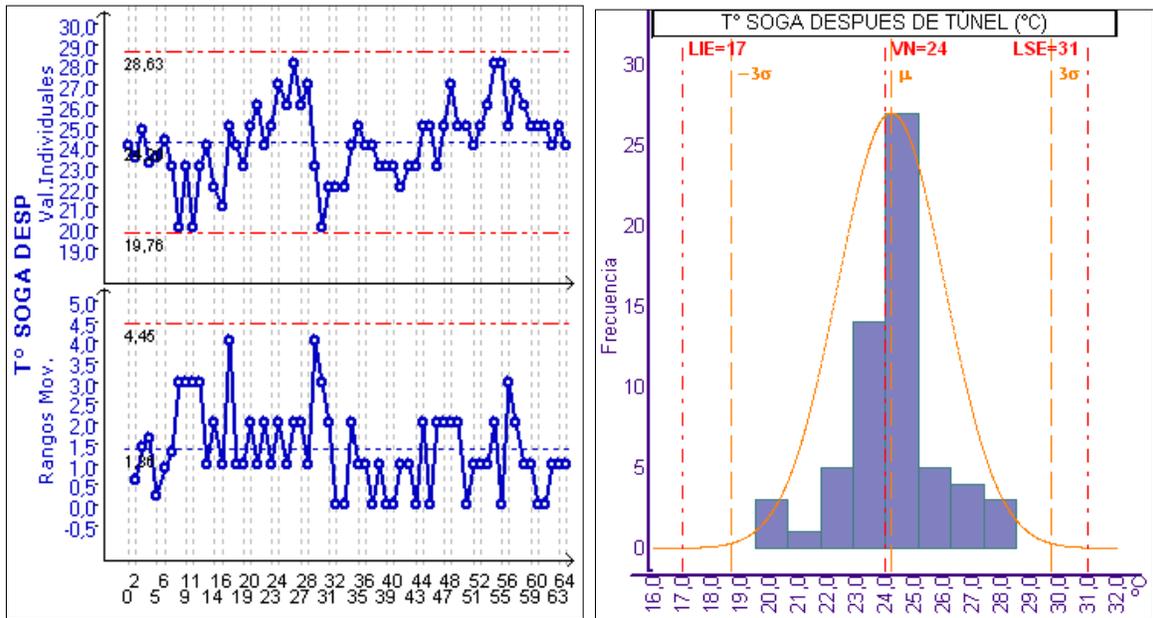
x) Temperatura del túnel de frío (°C)



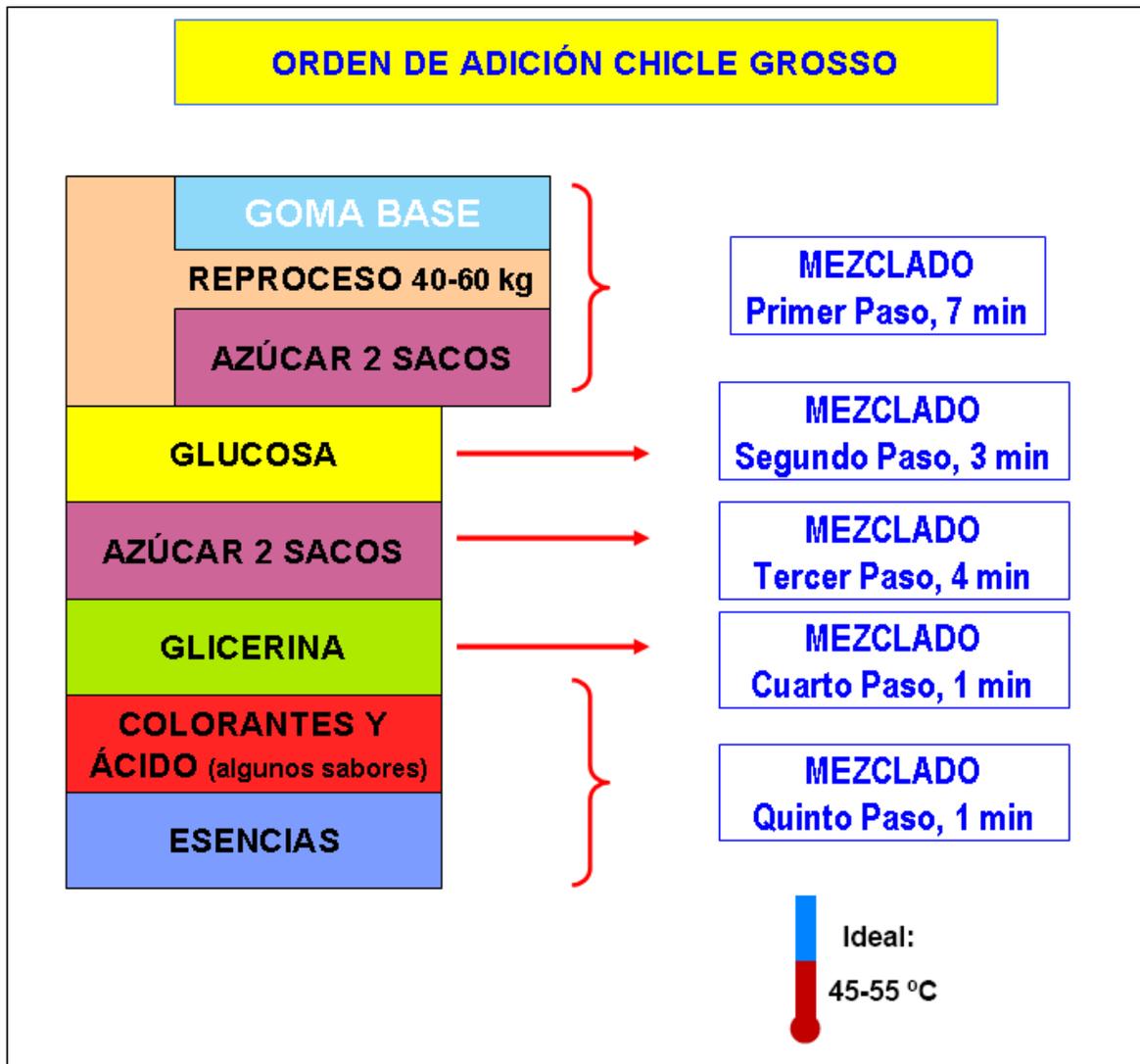
xi) Frecuencia de la cinta del túnel de frío (Hz)



xii) Temperatura de la sogá después del túnel (°C)



## ANEXO 11: CONTROL VISUAL CHICLE CON AZÚCAR

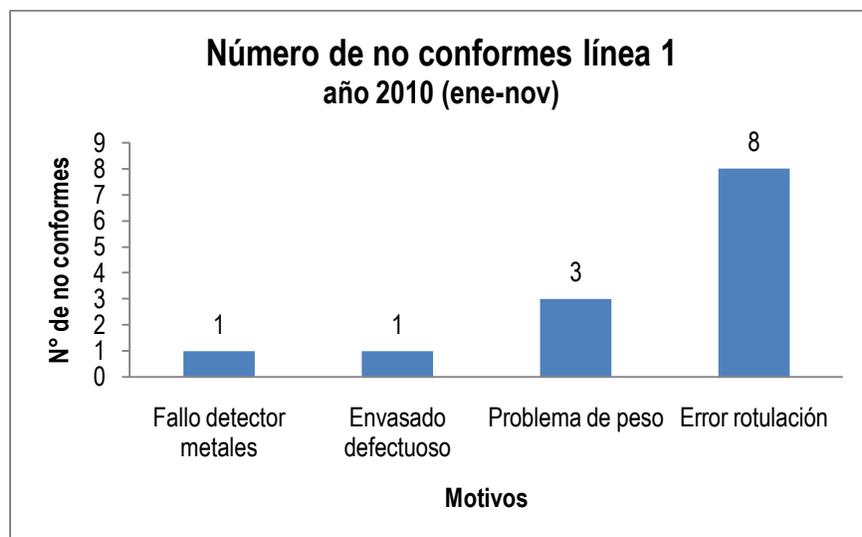


## ANEXO 12: RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PASO 5 (AÑO 2010)

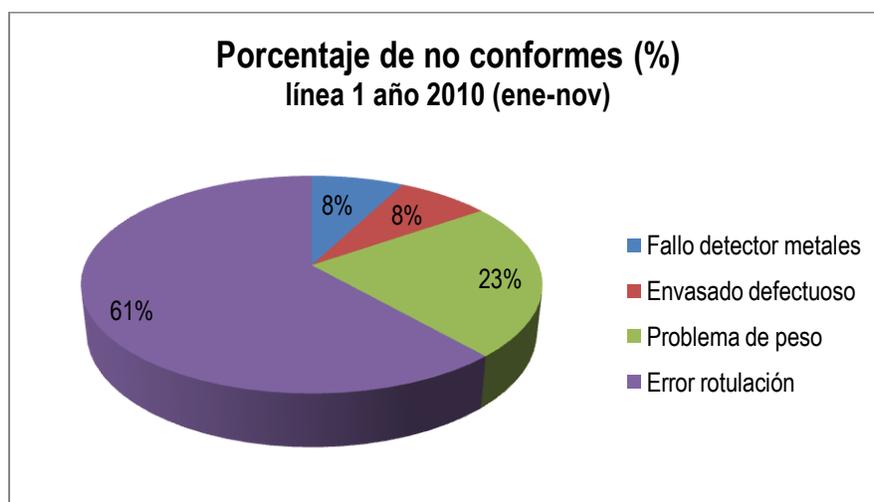
### Línea 1: chicle masticable sin azúcar

#### Productos no conformes

- i) Cantidad de productos no conformes correspondiente a la línea 1 chicle sin azúcar del año 2010.

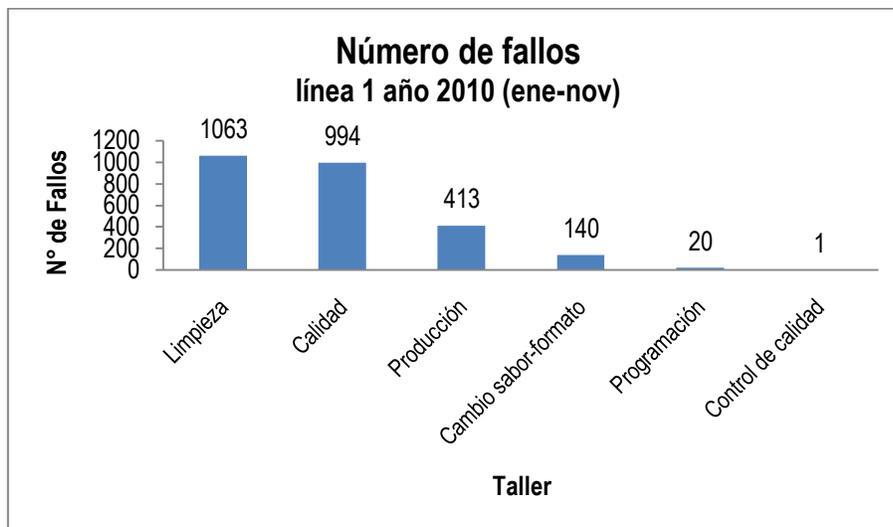


- ii) Porcentaje de productos no conformes correspondiente a la línea 1 chicle sin azúcar del año 2010

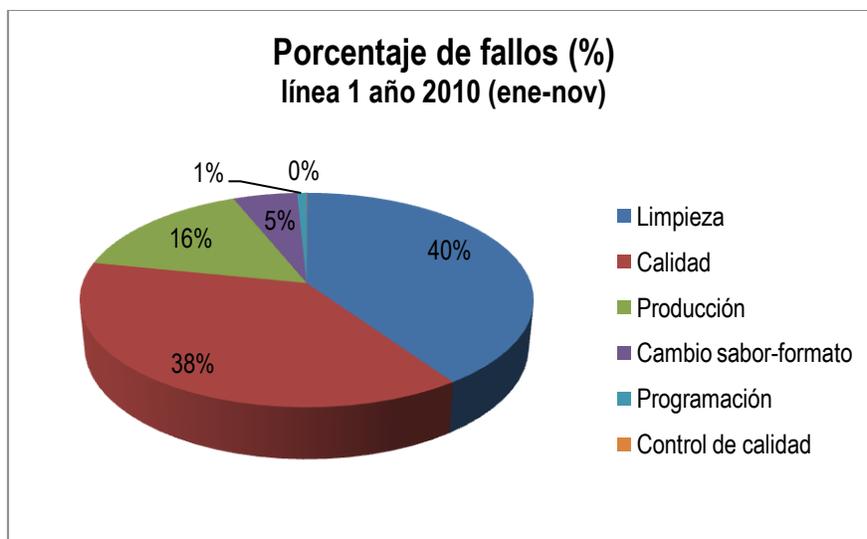


## Fallos de Proceso

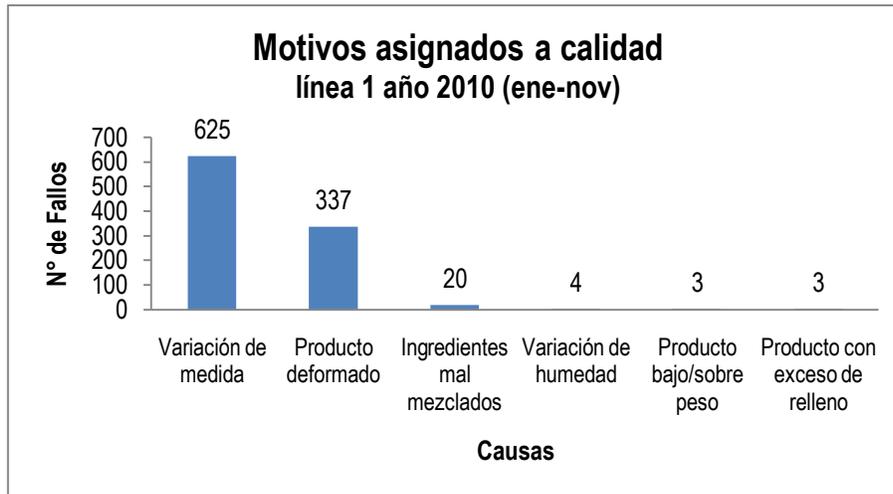
- i) Cantidad de fallos de proceso (detenciones) por departamento correspondientes a la línea 1 chicle sin azúcar del año 2010.



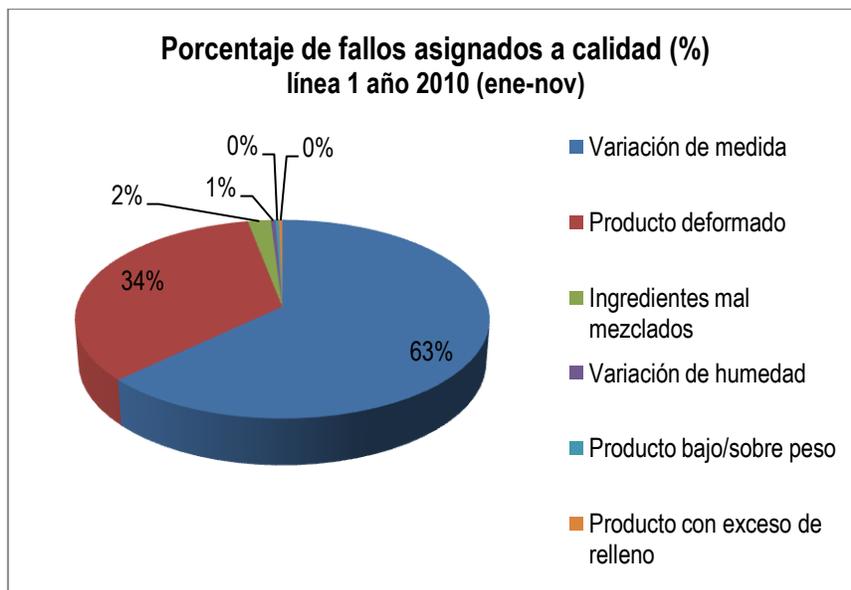
- ii) Porcentaje de fallos de proceso (detenciones) por departamento correspondientes a la línea 1 chicle sin azúcar del año 2010.



- iii) Cantidad de fallos asignados al departamento calidad correspondiente a la línea 1 chicle sin azúcar del año 2010.



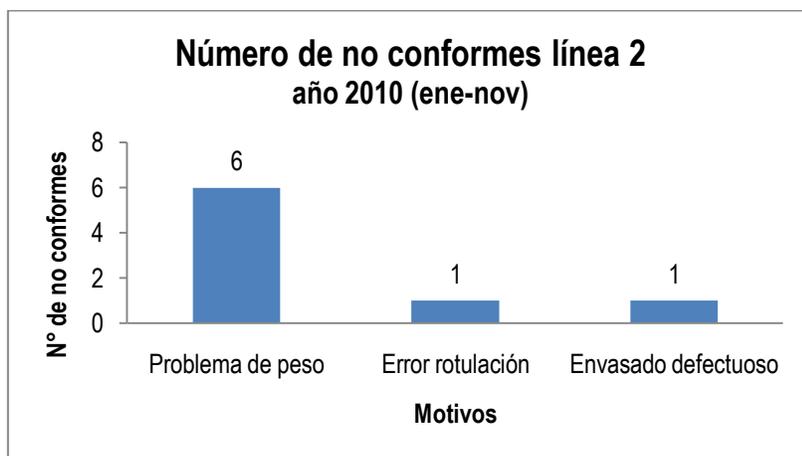
- iv) Porcentaje de fallos asignados al departamento de calidad correspondiente a la línea 1 chicle sin azúcar del año 2010.



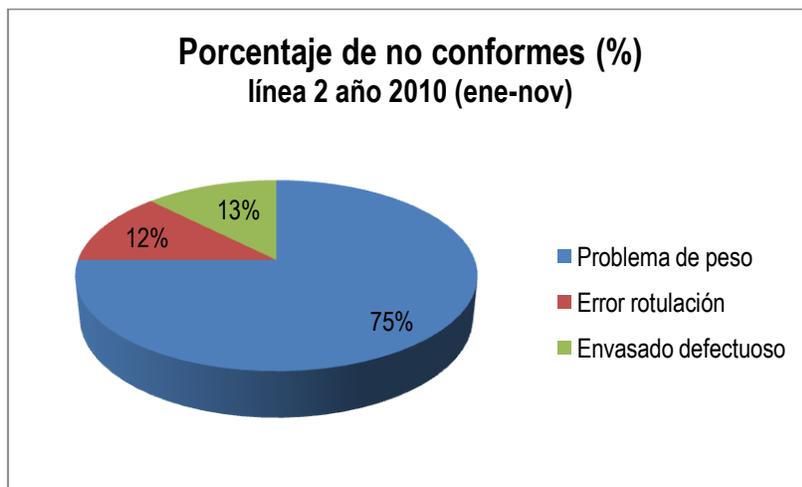
## Línea 2: chicle hinchable con azúcar

### Productos no conformes

- i) Cantidad de productos no conformes correspondiente a la línea 2 chicle con azúcar del año 2010

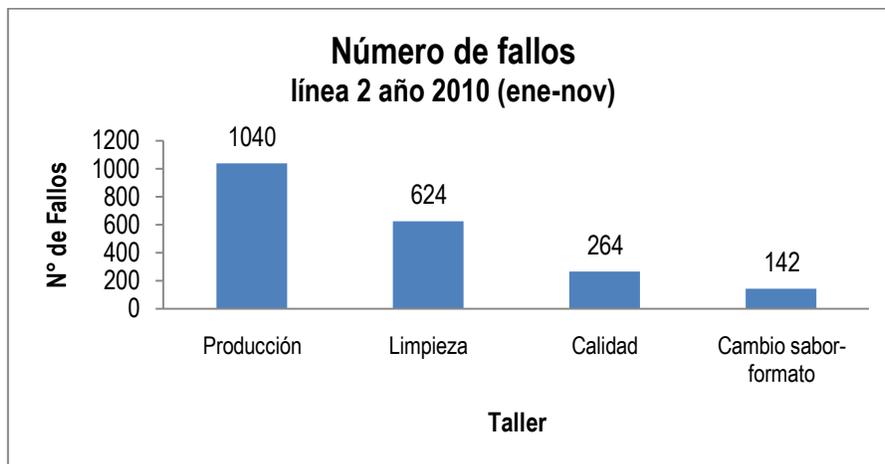


- ii) Porcentaje de productos no conformes correspondiente a la línea 2, chicle con azúcar del año 2010.

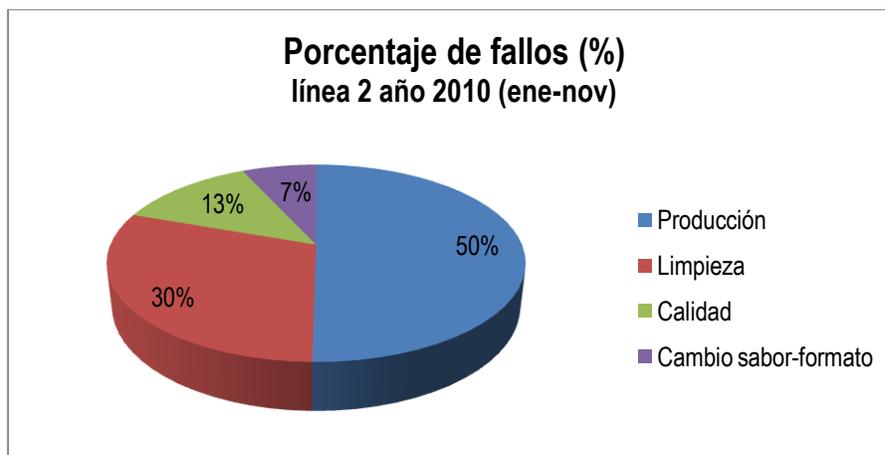


## Fallos de Proceso

- i) Cantidad de fallos de proceso (detenciones) por departamento correspondientes a la línea 2 chicle con azúcar del año 2010.



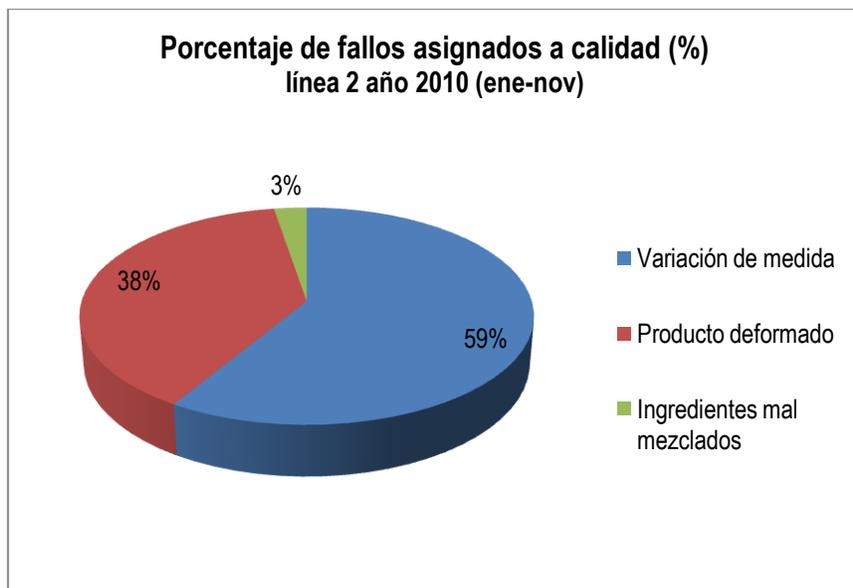
- ii) Porcentaje de fallos de proceso (detenciones) por departamento correspondientes a la línea 2 chicle con azúcar del año 2010.



- iii) Cantidad de fallos asignadas al departamento calidad correspondiente a la línea 2 chicle con azúcar del año 2010.



- iv) Porcentaje de fallos asignados al departamento de calidad correspondiente a la línea 2 chicle con azúcar del año 2010.



### ANEXO 3: ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLOS (FMEA)

PARTE/ PROCESO	MODO DE FALLO	EFECTO DE LA FALLA	CAUSAS	CONTROLES	ITEMS A CONTROLAR	MÉTODO	FRECUENCIA	TAREA CORRECTIVA Y/O PREVENTIVA
MEZCLADO DE MATERIAS PRIMAS	Pasta Seca	Corte de sogas después del túnel; corte de pasta en rodillos	Exceso de tiempo de mezclado	RM tiempos de mezclado	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Verificar tiempos, medir T° de la masa
			Incorrecto orden de adición de materias primas	GMP del producto	Dureza de la pasta	Estandarizar y verificar instructivo	Cada batch de fabricación	Verificar orden de adición de MP con instructivo
			Baja cantidad de adición reproceso húmedo	RM adición reproceso	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Verificar por peso de las bolsas
			Alta cantidad de adición reproceso seco	RM adición reproceso	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Pesar reproceso antes de agregar
	Pasta Húmeda / Blanda	Estrellamiento y empaste en rodillos	Alta cantidad de adición de reproceso húmedo	RM adición de reproceso	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Verificar estado del reproceso antes de agregar
			Menor tiempo de reposo del batch	RM tiempo de reposo	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Verificar tiempos con instructivo
			Menor tiempo de mezclado	RM tiempo de mezclado	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Verificar los tiempos de acuerdo al instructivo
	Pasta con Grumos	Corte de sogas después del túnel; empaste en rodillos	Menor tiempo de mezclado	RM mezcladores	T° de la masa	Termómetro manual	Cada batch de fabricación	Verificar tiempos con instructivo
			Goma base mal disuelta	Tiempo mezclado goma base	Goma base disuelta antes de agregar ingredientes en polvo	Visual-reloj	Cada batch de fabricación	Verificar que la goma este bien disuelta antes de agregar otras materias primas
			Sorbitol mal disuelto, pegado en Z del mezclador	Limpiar azúcar adherida en paredes y z del mezclador	Limpieza de la z del mezclador y paredes	Visual	Cada batch de fabricación	Verificar que la z del mezclador y las paredes no tengan restos de azúcar que puedan producir grumos
PRE- EXTRUSOR	Pasta Dura	Mala Alimentación al Extrusor	Temperaturas del equipo fuera de rango	T° boquilla	T° de trabajo equipo	Instrumento equipo	Inicio turno	Controlar T° según instructivo
			Pasta con demasiado tiempo en el carro	RM pre- extrusor	T° de la masa	Termómetro manual	Cada 2 horas	Verificar tiempos con instructivo
	Pasta Caliente	Adherencia de Pasta a los Sinfines	Temperaturas del equipo fuera de rango	T° boquilla	T° de trabajo equipo	Instrumento equipo	Inicio turno	Controlar T° según instructivo
			Temperaturas del equipo fuera de rango	T° plancha	T° de trabajo equipo	Instrumento equipo	Inicio turno	
			Agregar pastas sin tiempo de reposo	RM pre- extrusor	T° de la masa	Termómetro manual	Cada 2 horas	Verificar tiempos de reposo

			Velocidad del equipo fuera de rango	RM pre-extrusor	Veloc. de trabajo equipo	Instrumento equipo	Cada 2 horas	Ajustar velocidad del equipo		
EXTRUSOR	Sogas Fuera de Medida	Sogas con Tamaño Menor/Mayor al Requerido	Aire en tornillos sinfin	HC extrusor	Tamaño de la sogas	Ocupar calibre	Continuamente	Revisar desgastes en tornillos o cuerpo extrusor		
			Insuficiente carga en extrusor	RM extrusor	Alimentación continua de pasta	Visual	Continuamente	Mantener abastecimiento continuo de pasta		
			Temperaturas del equipo fuera de rango	RM extrusor	T° de trabajo del equipo	Instrumento equipo	Cada 2 horas	Disminuir T° equipo		
			Velocidad del equipo fuera de rango	RM extrusor	Veloc. De trabajo del equipo	Instrumento equipo	Cada 2 horas	Ajustar velocidad equipo		
		Corte de Pasta en Rodillo y Unidad Más Corta	Pastas con grumos de sorbitol	Desechar trozo pasta	Granulometría	Laboratorio	Cada batch fabricación	Pasar por hamero sacos de sorbitol		
			Bajo nivel de carga del extrusor	HC extrusor	Dimensión sogas	Ocupar calibre	Continuamente	Evitar que baje nivel de carga del extrusor		
			Velocidad de cinta salida fuera de rango (túnel)	RM extrusor	Dimensión sogas	Instrumento equipo	Continuamente	Ajustar velocidad según tamaño de sogas		
			Ajustar velocidad del extrusor	RM extrusor	Dimensión sogas	Instrumento equipo	Continuamente	Ajustar velocidad según tamaño de sogas		
		TUNEL DE ENFRIAMIENTO	Sogas Fuera de Medida	Estrellamiento y Empaste en Máquina Envasadora	Ajustar temperaturas del túnel	RM túnel	Textura sogas	Instrumento equipo	Cada 2 horas	Verificar T° con instructivo
					Ajustar velocidad de cintas del túnel	RM túnel	Dimensión sogas	Instrumento equipo	Cada 2 horas	Verificar velocidad con instructivo
Sogas Blandas	Pesos Irregulares, Mala Envoltura, Estiramiento de la Soga y Empastes en Rodillos		Ajustar temperaturas del túnel	RM túnel	Textura sogas	Instrumento equipo	Cada 2 horas	Disminuir T° del túnel		
			Ajustar velocidad de cintas del túnel	RM túnel	Dimensión sogas	Instrumento equipo	Cada 2 horas	Ajustar velocidades de los distintos pisos		
			Ajustar número de vueltas dentro del túnel	RM túnel	Textura sogas	Verificar Instructivo	Cada 2 horas	Sacar la sogas por un piso anterior al último		
Sogas Duras	Corte de Pasta en Rodillo, Unidad Más Corta y Mala Envoltura		Ajustar temperaturas del túnel	RM túnel	Textura sogas	Instrumento equipo	Cada 2 horas	Ajustar T° con instructivo		
			Ajustar velocidad de cintas del túnel	RM túnel	Dimensión sogas	Instrumento equipo	Cada 2 horas	Ajustar velocidades de los distintos pisos		
			Ajustar número de vueltas dentro del túnel	RM túnel	Textura sogas	Verificar instructivo	Cada 2 horas	Ajustar velocidades de los distintos pisos		